



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής
και Αγροτικού Περιβάλλοντος**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«ΜΕΛΕΤΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ
ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΥ ΦΥΤΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΣ
ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΔΟΣΕΙΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ (3η
ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ)»**



Στούπας Κωνσταντίνος

Βόλος, 2018

**«Μελέτη ποιοτικών χαρακτηριστικών αρωματικού φυτού εφαρμόζοντας
διαφορετικές δόσεις άρδευσης(3η καλλιεργητική περίοδος)»**

**«Quality characteristics of an aromatic plant applying different irrigation
doses(third growing season)»**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

1. **Μαρία Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, *Επιβλέπουσα***. Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.
2. **Νικόλαος Δαναλάτος, Μέλος**. Καθηγητής του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.
3. **Χρήστος Παπανικολάου, Μέλος**. Διδάσκων Π.Δ. 407/80 του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Αφιερώνεται στην Οικογένειά μου!

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Καθηγήτρια και Διευθύντρια του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής του Π.Θ. κα Μαρία Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη για την υπόδειξη του θέματος της πτυχιακής μου διατριβής, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας, όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή της, για την επίλυση διαφόρων θεμάτων.

Ευχαριστίες επίσης θέλω να απονέμω στον κύριο Νικόλαο Δαναλάτος, Καθηγητής Π.Θ και στον κύριο Χρήστο Παπανικολάου Διδάσκον Π.Δ. 407/80 του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη συμμετοχή τους στην διόρθωση και αξιολόγηση της πτυχιακής μου.

Τέλος θα ήθελα να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την ηθική και υλική υποστήριξη κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και σκοπός του ήταν η μελέτη των παραγωγικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών του αρωματικού φυτού «τσάι του βουνού», εφαρμόζοντας στην καλλιέργεια διαφορετικές δόσεις άρδευσης.

Αρχικά παρουσιάζονται και αναλύονται (βιβλιογραφικά) τα γενικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του φυτού «τσάι του βουνού», οι μέθοδοι άρδευσης και ο τρόπος υπολογισμού των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό και στη συνέχεια η πειραματική διαδικασία και τα αποτελέσματα τις έρευνας.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε πειραματικό αγρό που αποτελούνταν από ένα πλήρες τυχαίοποιημένο σχέδιο με 4 μεταχειρίσεις σε 3 επαναλήψεις, έχοντας ως μέθοδο άρδευσης την επιφανειακή στάγδην άρδευση. Στη παρούσα εργασία μελετήθηκαν 2 από τις 4 μεταχειρίσεις αυτήν που κάλυπτε το 100% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας και αυτήν που κάλυπτε το 50% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας. Ο προσδιορισμός της ποσότητας νερού που χορηγήθηκε στη μεταχείριση έγινε με βάση την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ET₀), η οποία υπολογίσθηκε σύμφωνα με την εξίσωση FAO-56 Penman-Monteith (Allen et al., 1998).

Στην συγκομιδή της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στο ύψος, χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών όπως και ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών που μας έδωσαν τα φυτά. Η αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (WUE) εκτιμήθηκε με βάση το δείκτη της αποτελεσματικότητας χρήσης αρδευτικού νερού (IWUE).

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η μεταχείριση ελλειμματικής άρδευσης, υπερείχε στα αποτελέσματα των ποιοτικών χαρακτηριστικών και εφαρμόζει αποδοτικότερα το νερό της άρδευσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
2. ΤΟ ΦΥΤΟ «ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ»	12
2.1. Εξάπλωση και βοτανικά χαρακτηριστικά	12
2.1.1. Ονομασία	13
2.1.2. Ιστορικά στοιχεία	13
2.1.3. Βοτανική ταξινόμηση.....	13
2.1.4. Βοτανικά χαρακτηριστικά	14
2.1.5. Είδη Sideritis στην Ελλάδα και βοτανική περιγραφή	15
2.2. Οικολογικό περιβάλλον – συνθήκες καλλιέργειας	18
2.2.1. Οικολογικό περιβάλλον ανάπτυξης	19
2.2.2. Καλλιέργεια του τσαγιού	20
2.2.3. Πολλαπλασιασμός	20
2.2.4. Εγκατάσταση	21
2.2.5. Καλλιεργητικοί χειρισμοί.....	21
2.2.6. Καταπολέμηση ζιζανίων	21
2.2.7. Λίπανση	22
2.2.8. Εχθροί και ασθένειες.....	22
2.2.9. Συγκομιδή-Ξήρανση	23
2.2.10. Κόστος εγκατάστασης-Αποδόσεις.....	24
2.3. Χημικά συστατικά	24
2.3.1. Αιθέριο έλαιο	24
2.3.2. Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων	25
2.3.3. Παραλαβή αιθέριου ελαίου	25
2.3.3. Φαρμακολογικές ιδιότητες.....	26

3. ΑΡΔΕΥΣΗ	28
3.1. Η άρδευση των καλλιεργειών.....	28
3.2. Εξατμισοδιαπνοή (ET)	29
3.2.1. Παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή.....	30
3.2.2. Μέθοδοι προσδιορισμού της εξατμισοδιαπνοής	30
3.2.3. Μέθοδος FAO–56 Penman-Monteith	31
3.3. Ορισμός άρδευσης– Μέθοδοι άρδευσης.....	31
3.4. Επιφανειακή στάγδην άρδευση	32
3.4.1 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....	34
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	35
4.2. Χάραξη του πειραματικού σχεδίου	35
4.3. Καλλιεργητικές εργασίες.....	37
4.4. Σύστημα Άρδευσης	37
4.5. Προσδιορισμός των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό.....	39
4.6. Συγκομιδή-Ξήρανση	43
4.7. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.....	43
4.7.1 Ύψος φυτών	44
4.7.2. Χλωρό και ξηρό βάρος.....	44
4.7.3. Υπολογισμός της αποδοτικότητας χρήσης αρδευτικού νερού(IWUE)	45
4.7.4. Αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών	46
4.7.5. Στατιστική ανάλυση	46
4.8. Κλιματικά δεδομένα	47
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	48
5.1 Κλιματολογικά δεδομένα	48
5.2 Εφαρμογή άρδευσης.....	49
5.3. Αποτελέσματα ανάλυσης ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας.....	51

5.3.1 Ύψος Φυτών	51
5.3.2 Μέτρηση χλωρού και ξηρού βάρους.	53
3.5.3 Αποτελεσματικότητα χρήσης αρδευτικού νερού (IWUE)	55
5.3.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας	56
6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	60

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά κατέχουν σημαντική θέση ανάμεσα στους λαούς σε όλες τις εποχές, ως αποτέλεσμα της περιεκτικότητάς τους σε αιθέρια έλαια και των φαρμακολογικών δράσεων τους. Καλλιεργούνται για την ξηρή δρόγη και τα αιθέρια έλαια τους.

Τα φυτά του γένους *Sideritis* spp. έχουν χρησιμοποιηθεί παραδοσιακά στην περιοχή της Μεσογείου ως αφεψήματα και για θεραπευτικούς σκοπούς, λόγω των αντιφλεγμονωδών, πεπτικών, αντιοξειδωτικών και επουλωτικών ιδιοτήτων τους (González-Burgos et al. 2011).

Η χλωρίδα της Ελλάδας αποτελείται από 500-600 είδη φυτών που χαρακτηρίζονται ως αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά καθώς πρόκειται για χώρα με πλούσια χλωρίδα που την κάνει ένα ιδανικό μέρος για την καλλιέργεια πολλών από τα παραπάνω φυτά. Παρόλα αυτά η εξάπλωση της καλλιέργειάς τους στην Ελλάδα είναι περιορισμένη και έχει περισσότερο τοπική σημασία.

Τα διάφορα είδη *Sideritis* απαντώνται αυτοφυόμενα και συλλέγονται από όλα σχεδόν τα ελληνικά βουνά, ωστόσο δεδομένης της αυξημένης ζήτησης γι' αυτά που εμφανίζεται τα τελευταία χρόνια καταγράφεται πλέον σημαντική μείωση των πληθυσμών τους. Η συλλογή των αυτοφυών πληθυσμών επιτρέπεται μόνο για οικιακή χρήση και όχι για εμπορία, ενώ τα Δασαρχεία καθορίζουν με αποφάσεις τις επιτρεπόμενες ποσότητες και περιόδους συλλογής (Χατζοπούλου, 2012).

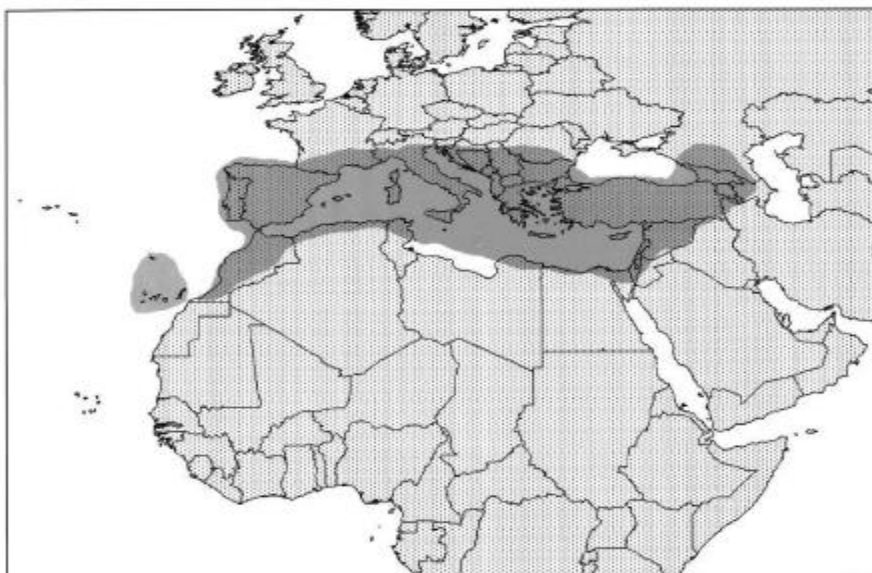
Για την κάλυψη της αυξημένης ζήτησης που παρατηρείται, τόσο από το εγχώριο, όσο και από το διεθνές εμπόριο, και την εξασφάλιση μαζικής παραγωγής φυτικού υλικού επιβάλλεται πλέον η παραγωγή αυτοφυών ειδών *Sideritis* μέσω καλλιέργειας αυτών. Κατ'αυτόν τον τρόπο αφενός επιτυγχάνεται μείωση της υπερ-συλλογής και αφετέρου η προστασία των φυσικών πληθυσμών. Επιπλέον, οι εταιρείες που χρησιμοποιούν φαρμακευτικά φυτά για την παραγωγή προϊόντων, καθώς και οι εταιρείες που τα εμπορεύονται δείχνουν σαφή προτίμηση προς τα καλλιεργούμενα είδη, και ιδιαίτερα τα προερχόμενα από βιολογική καλλιέργεια (Χατζοπούλου, 2012).

Η καλλιεργητική πρακτική με τους επιμέρους τομείς, όπως η ζιζανιοκτονία, η λίπανση, και οι τεχνικές συγκομιδής και ξήρανσης βελτιώνονται συνεχώς μέχρι σήμερα. Αναφορικά με την άρδευση της καλλιέργειας και την επίδραση που έχει στην ανάπτυξη των φυτών, στην απόδοση και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος και του παραλαμβανόμενου αιθέριου ελαίου η έρευνα είναι περιορισμένη, γι' αυτό και επιλέχθηκε να μελετηθεί στο πλαίσιο της παρούσας ερευνητικής εργασίας.

2. ΤΟ ΦΥΤΟ «ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ»

2.1. Εξάπλωση και βοτανικά χαρακτηριστικά

Η ονομασία «τσάι του βουνού» αποδίδεται σε αρκετά είδη του γένους *Sideritis*, στο οποίο περιλαμβάνονται περισσότερα από 150 είδη και υποείδη που ευδοκιμούν κυρίως στο βόρειο ημισφαίριο. Οι περιοχές όπου απαντώνται είδη του γένους *Sideritis* περιλαμβάνουν τις περιοχές γύρω από τη Μεσόγειο θάλασσα, όπως την Ισπανία (κυρίως τις Κανάριες νήσους), τη Γαλλία, την Ιταλία, την Ελβετία, τη Βαλκανική χερσόνησο, την Κύπρο, τη Μικρά Ασία, καθώς και τον Καύκασο και τα παράλια της Βόρειας Αφρικής (πχ. Αίγυπτο, Αλγερία, Μαρόκο) (Εικ.1.). Ορισμένα είδη έχουν εντοπιστεί και στην Ιαπωνία, το Μεξικό, και το Περού (Γαβριέλη, 2006).



Εικόνα 1: Γεωγραφική εξάπλωση του γένους *Sideritis* (Δόρδας, 2012)

Πολλά από αυτά τα είδη κατάγονται από την Ελλάδα και είναι αυτοφυή και ενδημικά σε συγκεκριμένες περιοχές της χώρας μας, απαντώνται δηλαδή αποκλειστικά μόνο στις συγκεκριμένες περιοχές. Αναφέρονται ενδεικτικά τα είδη που φύονται στη χερσόνησο του Άθω, στον Όλυμπο, τον Παρνασσό κ.α. (Δόρδας, 2012).

2.1.1. Ονομασία

Πέρα από την κοινή ονομασία «τσάι του βουνού» το επιστημονικό του όνομα είναι σιδερίτης, όπως είναι και το λατινικό όνομα του γένους στο οποίο ανήκει. Κάποιες από τις εκδοχές που έχουν δοθεί για την ονομασία είναι ότι προέρχεται λόγω τις υψηλής περιεκτικότητας σε σίδηρο ή της χρήσης του φυτού στη θεραπεία πληγών που προήλθαν από σιδερένια αντικείμενα. Μια τρίτη εκδοχή αναφέρει ότι το όνομα προέρχεται από το σχήμα του άνθους (τα δόντια κάλυκα του άνθους) που μοιάζουν με αιχμή λόγχης (Γεννάδιος, 1959).

2.1.2. Ιστορικά στοιχεία

Σύμφωνα με τη Γαβριέλη (2006), αναφορά σε τρεις σιδερίτες πραγματοποιείται από τον Διοσκουρίδη, στο έργο του «De Materia Medica», ωστόσο δεν φαίνεται ότι πρόκειται για φυτά που ανήκουν στο γένος *Sideritis*, σύμφωνα με την περιγραφή που δίνεται.

Η πρώτη περιγραφή των σιδεριτών πραγματοποιήθηκε από τον Λινναίο, ακολούθησαν οι Webb και Berthelot, οι οποίοι τους κατέταξαν σε ξεχωριστό γένος το 1836, το οποίο ονομάστηκε *Leucorhaea*. Στη συνέχεια, αρχικά θεωρήθηκαν section του γένους *Sideritis* (1948) και αργότερα επανήλθαν στην κατάταξη που πραγματοποιήθηκε από τον Λινναίο, ενώ το 1977 διακρίθηκαν από τον Mendoza-Hener σε δύο υπογένη. Το υπογένος *Sideritis*, στο οποίο κατατάσσονται τα είδη που κατάγονται από τις περιοχές γύρω από τη Μεσόγειο και το υπογένος *Marrubiastrum*, στο οποίο κατατάσσονται τα είδη που κατάγονται από τις Κανάριες νήσους (Γαβριέλη, 2006).

2.1.3. Βοτανική ταξινόμηση

Τα είδη του γένους *Sideritis* ανήκουν στην οικογένεια των Χειλανθών (*Lamiaceae*), μία οικογένεια που περιλαμβάνει 6.700 είδη ποωδών και ημι-θαμνωδών φυτών, τα οποία συνήθως παράγουν αιθέρια έλαια και αναγνωρίζονται από τον τετράγωνο βλαστό, τα συνήθως αντίθετα φύλλα, τον ακτινόμορφο ή δίχειλο κάλυκα με 4 ή 5 οδόντες και τη συμπέταλη, συνήθως δίχειλη στεφάνη. Πολλά από τα είδη της οικογένειας τα απαντώνται στη λεκάνη της Μεσογείου και την Ελλάδα να αριθμεί γύρω στα 35 είδη. Ανάμεσα

τους περιλαμβάνονται η σάλβια, το φασκόμηλο, το θυμάρι, η ρίγανη, η μέντα, η λεβάντα, ο βασιλικός και πολλά άλλα. Η βοτανική ταξινόμηση του γένους *Sideritis* δίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Βοτανική ταξινόμηση του γένους *Sideritis*

Βασίλειο	Plantae (Φυτά)
Συνομοταξία	Angiosperms (Αγγειόσπερμα)
Ομοταξία	Δικοτυλήδονα(Magnoliopsida)
Τάξη	Lamiales (Λαμιώδη)
Οικογένεια	Lamiaceae (Χειλανθή)
Γένος	<i>Sideritis</i> (Σιδηρίτης)

2.1.4. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Πρόκειται για μονοετή ή πολυετή δικοτυλήδονα ποώδη φυτά και η ανάπτυξή τους φτάνει στο υψος των 30-50cm. Είναι τριχωτά,ιδιαίτερα αρωματικά καθώς περιέχουν αιθέριο έλαιο, με αποξυλωμένη βάση,με απλούς ή διακλαδιζόμενους βλαστούς. Φέρουν φύλλα,απλά χωρίς παράφυλλα και είναι ακέραια ή οδοντωτά. Τα άνθη συνήθως σχηματίζουν στάχυ, είναι ερμαφρόδιτα,μικρά και έχουν λευκό ή κίτρινο χρωματισμό (Εικ.2.). Έχουν κάλυκα σε σχήμα κώνου, που φέρει 10 νευρώσεις και 5 δόντια διαταγμένα σε δύο χείλη. Φέρουν ακόμη δίχειλη, πενταμερή στεφάνη που έχει κίτρινο, κιτρινόλευκο, λευκό ή ρόδινο χρωματισμό, συνήθως δισχιδές άνω χείλος αποτελούμενο από δύο συμφυή πέταλα και τρίλοβο κάτω χείλος,αποτελούμενο από τρία πέταλα, με μεγαλύτερο τον μεσαίο λοβό.

Διαθέτουν τέσσερις στήμονες, ανισομήκεις κατά ζεύγη, με τους δύο μπροστινούς να έχουν μεγαλύτερο μήκος, και στύλο με κατάληξη σε δύο άνισα στίγματα. Η επιφυής δίχωρη ωοθήκη φέρει ψευδή διαφράγματα, οπότε καταλήγει να είναι τετράχωρη, ενώ τέσσερα κάρυα που περικλείουν από ένα σπέρμα αποτελούν τους καρπούς (Γαβριέλη, 2006) Η σημαντικότερες διαφορές στα είδη *Sideriti* βρίσκονται στο σχήμα, την απόχρωση των φύλλων και στο μέγεθος του κάλυκα.



Εικόνα 2: Άνθη *Sideritis* spp.

2.1.5. Είδη *Sideritis* στην Ελλάδα και βοτανική περιγραφή

Πολλά είδη και υποείδη του γένους *Sideritis* αυτοφύονται σε διάφορες ορεινές περιοχές της χώρας. Τα σπουδαιότερα από αυτά τα είδη δίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Αυτοφυή είδη και υποείδη *Sideritis* spp. στην Ελλάδα (Γαβριέλη, 2006)

Είδος	Περιοχή
<i>S. athoa</i> Pap. et Kok.	Ελλάδα, Τουρκία
<i>S. clandestina</i> (Chaub. et Bory) Hayek ssp. <i>clandestina</i>	Ενδημικό της Πελοποννήσου
<i>S. clandestina</i> ssp. <i>cylleana</i> (Boiss.) PapetKok.	Ενδημικό της Πελοποννήσου
<i>S. euboica</i> Heldr.	Ενδημικό της Εύβοιας
<i>S. raeseri</i> ssp. <i>attica</i> (Heldr.) Pap. etKok.	Ενδημικό της Αττικής
<i>S. raeseri</i> ssp. <i>florida</i> (Boiss. etHeldr.) Pap. etKok.	Ενδημικό του Ολύμπου
<i>S. raeseri</i> Boiss. etHeldr. ssp. <i>raeseri</i>	Ν. Βαλκανική
<i>S. scardica</i> Griseb. ssp. <i>scardica</i>	Βαλκανική
<i>S. scardica</i> ssp. <i>longibracteata</i> Pap. et Kok.	Ενδημικό της Μακεδονίας
<i>S. sipylea</i> Boiss.	Ελλάδα, Τουρκία
<i>S. syriaca</i> L.	Ενδημικό της Κρήτης

Ακολουθεί στη συνέχεια η περιγραφή των βοτανικών χαρακτηριστικών των σπουδαιότερων από τα παραπάνω είδη και υποείδη.

➤ *Sideritis athoa* (τσάι του Άθω ή βλάχικο):

Πρόκειται για πολυετή πόα, καλυπτόμενο από μικρές αδενώδεις τρίχες. Ο βλαστός στη βάση του είναι ξυλώδης, όρθιος, απλός ή διακλαδιζόμενος ενώ τα φύλλα του είναι λογχοειδή με κίτρινα χρωματισμού άνθη και κωδωνοειδή κάλυκα. Το ύψος στο οποίο μπορεί να φτάσει είναι τα 40 cm. Στο Άγιο όρος το συναντάμε και με την ονομασία μεπτόνικα. (Γκόλιαρης, 1984).

➤ *Sideritis cladestina* (τσάι του Ταϋγέτου ή του Μελεβού):

Πρόκειται για πολυετή πόα, με απλό ή διακλαδισμένο βλαστό, ο οποίος φτάνει σε ύψος μέχρι 40 cm. Έχει σταχτόχρωμα, επιμήκη, χνουδωτά φύλλα, τα οποία είναι είτε λογχοειδή, ακέραια ή πριονωτά, τα μεν κατώτερα έμμισχα, τα δε ανώτερα επιφυή ή έμμισχα. Έχει άνθη κίτρινου χρωματισμού και κωδωνοειδή κάλυκα που καλύπτεται από πυκνές τρίχες. Είναι αυτοφυές είδος των υποαλπικών και αλπικών περιοχών του Μαλεβού, του Ταϋγέτου και της Κυλλήνης, όπου απαντάται στους βράχους, σε υψόμετρο μέχρι 1.800-2.300 μέτρων (Γκόλιαρης, 1984; Δόρδας, 2012).

➤ *Sideritis euboica* (τσάι της Ευβοίας ή τσάι του Δέلفι):

Πρόκειται για πολυετή ποά το ύψος της οποίας κυμαίνεται στα 30 με 50 cm και καλύπτεται σε όλα τα μέρη του από ένα πυκνό και λευκό χνούδι. Ο βλαστός είναι ξυλώδης στην βάση, ισχυρός και απλός ή σπανίως διακλαδιζόμενος. Έχει επιμήκη φύλλα, άνθη κίτρινου χρωματισμού, με σωληνοειδή και χνουδωτά κάλυκα, ο οποίος καταλήγει σε δόντια. Αυτοφύεται στην Εύβοια και κυρίως στα βουνά Δίρφου σε υψόμετρο 1.000 – 1.540 μ. (Δόρδας, 2012).

➤ *Sideritis raeseri* (τσάι του Παρνασσού ή του Βελουχιού):

Πρόκειται για πολυετή πόα, με λεπτό βλαστό, ελαφρά ξυλώδη στη βάση, ο οποίος έχει χνούδι και φτάνει σε ύψος μέχρι 40 cm (Εικ.3.). Έχει λογχοειδή φύλλα, ελαφρώς πριονωτά, εκ των οποίων τα κατώτερα είναι έμμισχα, ενώ τα ανώτερα άμισχα, ενώ φέρουν και λευκό χνούδι.



Εικόνα 3: *Sideritis raeseri* (Μαλούπα, 2014)

Τα άνθη έχουν κίτρινο χρωματισμό, και το χρώμα τους είναι πιο έντονο στις ακραίες ταξιανθίες. Έχουν σωληνοειδή κάλυκα, ο οποίος καταλήγει σε δόντια. Είναι αυτοφυές είδος που ευδοκίμει σε ορεινές περιοχές και καλλιεργείται στο νομό Μαγνησίας σε χωράφια ασβεστούχα, πετρώδη, μέτριας γονιμότητας, ξηρικά.

➤ *Sideritis scardica* (τσάι του Ολύμπου):

Πρόκειται για πολυετή πόα, με απλό ή διακλαδισμένο βλαστό. Έχει λογχοειδή φύλλα, τα οποία καλύπτονται από λευκό χνούδι και είναι ακέραια ή ελαφρώς οδοντωτά (Εικ.4.). Τα άνθη έχουν κίτρινο χρωματισμό, και φέρουν μάλλον κωδωνοειδή κάλυκα, ο οποίος καλύπτεται από πυκνό τρίχωμα (Δόρδας, 2012). Είναι αυτοφυές είδος που βρίσκεται σε βραχώδη μέρη του Ολύμπου και του πηλίου σε υψόμετρο μεγαλύτερο από 1.000 μέτρα (Γκόλιαρης, 1984).

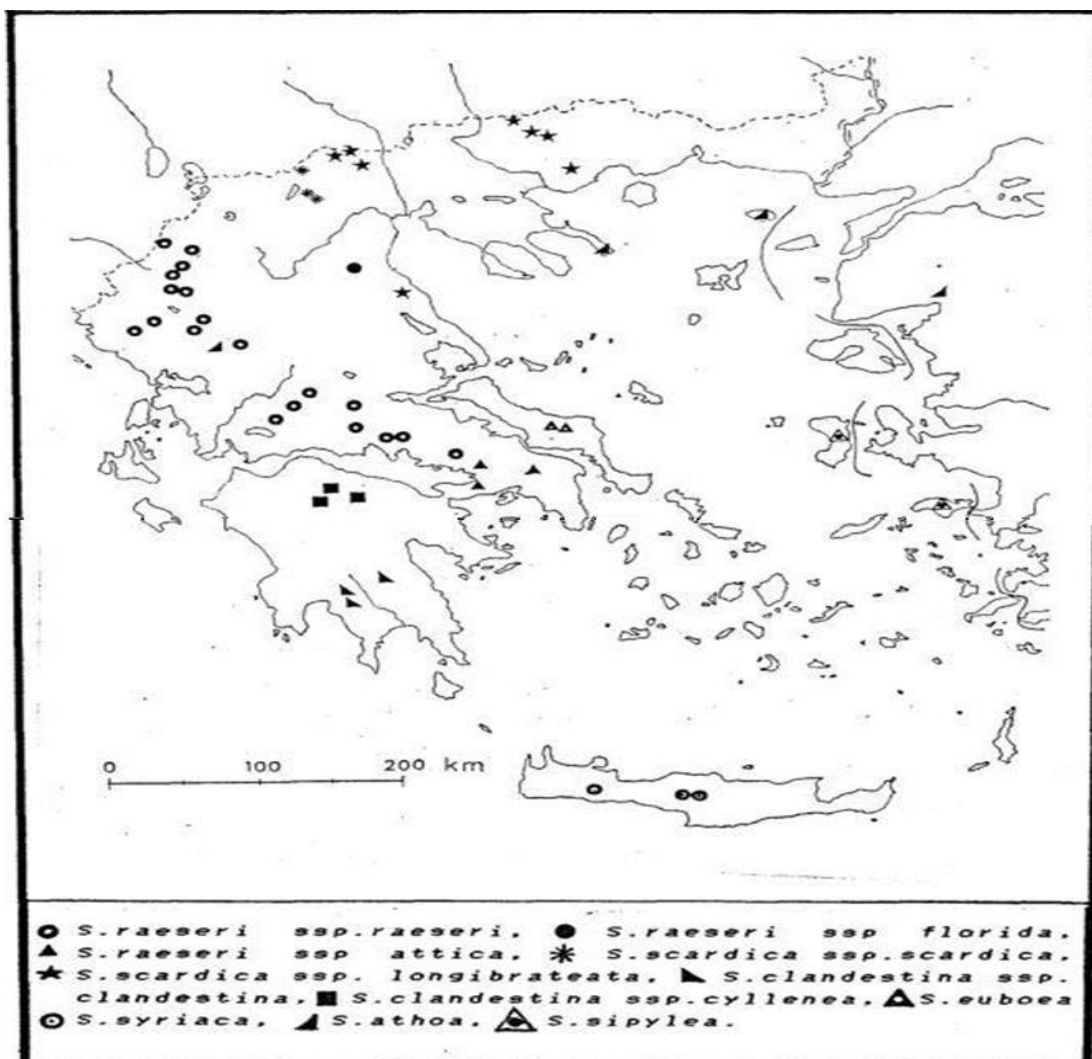


Εικόνα 4: *Sideritis scardica* (Μαλούπα, 2014)

- *Sideritis syriaca* (Μαλοτήρα ή τσάι της Κρήτης ήκαλοκοιμηθιά):

Πρόκειται για πολυετή πόα, με όρθιο, ισχυρό, απλό βλαστό συνήθως, ο οποίος φτάνει σε ύψος μέχρι 50 cm και καλύπτεται από πυκνό λευκό χνούδι. Έχει επιμήκη - λογχοειδή φύλλα, άνθη κίτρινου χρωματισμού, και σωληνοειδήκάλυκα, ο οποίος καταλήγει σε δόντια(Δόρδας, 2012). Είναι αυτοφυές είδος των ορεινών όγκων της Κρήτης (Λευκά Όρη, Ψηλορείτης), όπου απαντάται σε υψόμετρο 1.300 – 2.000 μέτρα (Γκόλιαρης, 1984).

Στην Εικόνα 5 δίνονται οι περιοχές της Ελλάδας, όπου φύεται κάθε είδος *Sideritis*.



Εικόνα 5: Περιοχές της Ελλάδας όπου φύεται κάθε είδος *Sideritis* (Σιούλτος&Σχιζοδήμου, 2015)

2.2. Οικολογικό περιβάλλον – συνθήκες καλλιέργειας

2.2.1. Οικολογικό περιβάλλον ανάπτυξης

Στη συνέχεια περιγράφονται οι εδαφοκλιματικές συνθήκες υπό τις οποίες ευδοκιμούν τα φυτά του γένους *Sideritis*.

Υψόμετρο:

Τα περισσότερα είδη ευδοκιμούν σε περιοχές με υψόμετρο άνω των 1000 μέτρων, παρ' όλα αυτά πολλοί καλλιεργητές για λόγους διευκόλυνσής τους το καλλιεργούν σε ύψος 400 με 600 μέτρων. Ορισμένα είδη, όπως το *Sideritis cladestina*, έχουν βρεθεί σε υψόμετρο 1.800 με 2.300 μέτρων

Έδαφος:

Τα είδη του γένους *Sideritis* έχουν μεγάλη προσαρμοστικότητα και ευδοκιμούν σε εδάφη βραχώδη και ασβεστολιθικά, μέτριας γονιμότητας, ελαφρά, όχι βαθιά, με άφθονη ηλιοφάνεια.. Ανέχεται εδαφικό pH που κυμαίνεται μεταξύ 6,00-8,00. Μπορεί να αναπτυχθεί σε ξηρά, πετρώδη, και γενικά υποβαθμισμένα εδάφη. Απαντάται συχνά σε βραχώδεις περιοχές ή σε σχισμές βράχων. (Γαβριέλη, 2006; Γκόλιαρης, 1984;).

Το ριζικό σύστημα του φυτού έχει εξαιρετική ικανότητα να δεσμεύει τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζεται από το έδαφος, οπότε έχει ελάχιστες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία.

Θερμοκρασία:

Τα είδη του γένους *Sideritis* παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Σε αντίθεση με άλλα αρωματικά φυτά, το υπέργειο τμήμα του φυτού δεν καταστρέφεται εξαιτίας των πολύ χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα, με αποτέλεσμα να αρχίζει νωρίς την άνοιξη την ανάπτυξη του εκμεταλλευόμενο την διαθέσιμη υγρασία του εδάφους. Οι μεγάλες διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας που παρατηρούνται συνήθως στις ορεινές περιοχές είναι ιδιαίτερα ευνοϊκές για την καλλιέργεια (Δόρδας, 2012).

Υγρασία:

Πρόκειται για ξηρική καλλιέργεια παρουσιάζοντας μεγάλη αντοχή στην ξηρασία. Η καλλιέργεια του γίνεται με ελάχιστη άρδευση ή και με χωρίς, καθώς μεγάλη ποσότητα νερού μπορεί να προκαλέσει σηψιρριζίες στο ριζικό

σύστημα του φυτού με συνέπεια την υποβάθμιση της ποιότητας. (Μαλούπα κ.ά., 2013).

2.2.2.Καλλιέργεια του τσαγιού

Στη χώρα μας καλλιεργείται σε ευρεία κλίμακα μόνο το είδος *Sideritis aurescens*. Το είδος καλλιεργείται στους Νομούς Μαγνησίας και Κοζάνης, καθώς και σε άλλες περιοχές σε μικρότερη έκταση, όπως πχ. στον νομό Πιερίας. Ευδοκίμει σε ορεινές περιοχές και σε ασβεστούχα, πετρώδη, μέτριας γονιμότητας, ξηρικά εδάφη.

2.2.3.Πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός στο τσάι του βουνού πραγματοποιείται με τους δύο εξής τρόπους: α)Εγγενώς(δηλαδή με σπόρο) και β)Αγενώς(δηλαδή με παραφυάδες)

α)Εγγενώς:Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στον σπόρο που θα χρησιμοποιηθεί καθώς θα πρέπει να προέρχεται από υγιή φυτά στα οποία η ωρίμανση του σπόρου έχει γίνει καλά και έχει γίνει σωστή αποξήρανση στις ταξιανθίες.Η απομάκρυνση του σπόρου γίνεται με ραβδισμό των ταξιανθιών.Αυτή η ενέργεια θα πρέπει να γίνεται κατά τις μεσημβρινές ώρες, όταν το ποσοστό υγρασίας βρίσκεται στο ελάχιστο δυνατόν. (Δόρδας, 2012).

Το μέγεθος του σπόρου είναι σχετικά μικρό με 1g να αποτελείται από 600 σπόρους περίπου και 15g να είναι η ποσότητα που χρειάζεται για την δημιουργία των αναγκαίων φυτών που θα καλύψουν την έκταση ενός στρέμματος. Η διαδικασία η οποία ακολουθείτε στο σπορείο είναι παρόμοια με αυτή των φυτών του καπνού ή της ντομάτας και είναι η εξής.Τέλη Ιουλίου με αρχές Αυγούστου σπέρνονται σε σπορείο η σπόροι με πυκνότητα 2g / m² ,με την απαιτούμενη έκταση για ένα στρέμμα χωραφιού να είναι 5 m² σπορείου.Η σπορά τους θα πρέπει να είναι αραιή για να αποφευχθεί το φαινόμενο της σηψιρριζίας.Η διαδικασία της μεταφύτευσης στο χωράφι γίνεται στα μέσα Οκτωβρίου όταν τα φυτά αποκτήσουν 4 με 6 φύλλα(Σκρουμπής, 1988).

β)Αγενώς:Μετά το δεύτερο έτος το τσάι του βουνού έχει την δυνατότητα να δίνει πολλές παραφυάδες(πλευρικοί βλαστοί με τμήμα ρίζας στην βάση).Τον Οκτώβριο γίνεται διαχωρισμός των παραφυάδων από τα μητρικά φυτά και στην συνέχεια φυτεύονται κατευθείαν στο χωράφι.Οι παραφυάδες παίρνονται από υγιή φυτά. (Δόρδας, 2012).

2.2.4 Εγκατάσταση

Η εγκατάσταση γίνεται είτε σε νέους καθαρούς και οργωμένους αγρούς, είτε σε αγρούς τσαγιού με φυτά άνω των 5 ετών. Κατάλληλες εποχές φύτευσης στον αγρό είναι το Φθινόπωρο (Οκτώβριο-Νοέμβριο) ή κατά τα τέλη χειμώνα με αρχές της άνοιξης, με το φθινόπωρο να είναι καταλληλότερο για τις ελληνικές συνθήκες. Οι αποστάσεις φύτευσης των φυτών είναι 40-50cm πάνω στην γραμμή και 50-60cm μεταξύ των γραμμών, ώστε να επιτευχθεί πληθυσμός περίπου 5.000 φυτών / στρέμμα. Η φύτευση πραγματοποιείται είτε με καπνοφυτευτικές μηχανές είτε χειροπρακτικά με φυτευτήρι. Σε περίπτωση ανομβρίας μετά την φύτευση, πρέπει να πραγματοποιείτε πότισμα για την αποφυγή της απώλειας των φυτών. (Σκρουμπής, 1988)..

2.2.5. Καλλιεργητικοί χειρισμοί

Οι καλλιεργητικές φροντίδες που πραγματοποιούνται πριν την φύτευση είναι η κατεργασία του εδάφους με όργωμα και στην συνέχεια ένα σβάρνισμα για την σωστή ισοπέδωση του χωραφιού, την καταστροφή των ζιζανίων και την διευκόλυνση της φύτευσης. Μετά την φύτευση δύο φορές τον χρόνο, άνοιξη και φθινόπωρο, γίνεται σκάλισμα για καταπολέμηση ζιζανίων και αερισμό του χώματος.

2.2.6. Καταπολέμηση ζιζανίων

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι παραγωγοί στην καλλιέργεια του τσαί του βουνού είναι η καταπολέμηση των ζιζανίων, ιδιαίτερα σε πεδινές καλλιέργειες που ο αριθμός των ζιζανίων είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τις καλλιέργειες μεγάλου υψόμετρου όπου παρατηρείτε περιορισμένος αριθμός ζιζανίων. Το συγκεκριμένο πρόβλημα προέρχεται κυρίως στο ότι παρά τις προσπάθειες δεν έχει βρεθεί ακόμα χημικό ζιζανιοκτόνο το οποίο να επιδρά μόνο στα ζιζάνια λόγω της μεγάλης ευαισθησίας των φυτών του τσαγιού απέναντι στα ζιζανιοκτόνα. Έτσι η μόνη χημική χρήση ζιζανιοκτόνων γίνεται περιμετρικά του αγρού με κατευθυνόμενους ψεκασμούς και όχι εντός. Μπορούν να εφαρμοστούν, ακόμη, βοτανίσματα ή εδαφοκάλυψη.

Αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος είναι ότι οι παραγωγοί ως αποτελεσματικότερο τρόπο που έχουν για την διατήρηση ενός καθαρού

αγρού από ζιζάνια, να είναι το σκάλισμα, το οποίο είναι δαπανηρό και χρονοβόρο(Εικ.6.). Μηχανική καταπολέμηση ζιζανίων μπορεί να γίνει με ειδικά μηχανήματα μόνο μεταξύ των γραμμών και όχι πάνω στις γραμμές διότι θα έχουμε καταστροφή των φυτών. Το καθάρισμα του αγρού είναι κυρίως πρόβλημα κατά το πρώτο και δεύτερο έτος της φυτείας, επειδή τα επόμενα χρόνια τα φυτά καλύπτουν την επιφάνεια του.



Εικόνα 6: Καταπολέμηση ζιζανίων με σκάλισμα

2.2.7. Λίπανση

Για να είναι αποτελεσματικότερη η λίπανση καλό είναι να έχει προηγηθεί μία εδαφολογική ανάλυση του εδάφους καθώς υπερβολική χρήση αζώτου προκαλεί αυξημένη βλαστική ικανότητα που οδηγεί στην υποβαθμισμένη ποιότητα του φυτού. Συγκεκριμένα πειραματικά αποτελέσματα για την λίπανση δεν υπάρχουν, παρόλα αυτά σε κάποιες δοκιμαστικές καλλιέργειες που έγιναν στην χώρα μας, έδειξαν ότι η εφαρμογή 3 με 4 μονάδων αζώτου και 4 με 5 μονάδων φωσφόρου και κάλιο το φθινόπωρο, βοηθάει στην ανάπτυξη των αδύναμων καλλιεργειών.

2.2.8. Εχθροί και ασθένειες

Ένα από τα πλεονεκτήματα στο τσάι του βουνού είναι η ανθεκτικότητά του σε εχθρούς και ασθένειες, ιδιαίτερα σε μεγάλα υψόμετρα(700m) όπου το απρόσιτο περιβάλλον εμποδίζει την ανάπτυξη εντόμων και ασθενειών οι πιθανότητες για προσβολή των καλλιεργειών είναι ελάχιστες. Όσον αφορά τις καλλιέργειες σε χαμηλότερα υψόμετρα πρέπει να γίνεται σωστή παρακολούθηση καθώς υπάρχει πιθανότητα προσβολής τους,

συνήθως από τετράνυχο και αφίδες. Καλό είναι να γίνεται μία εφαρμογή εντομοκτόνου και ακαρεοκτόνου στα φυτά την άνοιξη. Η σηψιρριζία είναι η συνηθέστερη ασθένεια που προσβάλλει τις ρίζες κάτι που οφείλεται στην υπερβολική άρδευση.

2.2.9. Συγκομιδή-Ξήρανση

Ο χρόνος συγκομιδής διαφοροποιείται ανάλογα με το υψόμετρο της καλλιέργειας. Για καλλιέργειες με χαμηλό υψόμετρο ξεκινάει από τέλη Μαΐου και μπορεί να φτάσει έως και τέλη Ιουλίου για αυτές με υψηλό υψόμετρο. Η συγκομιδή ξεκινάει όταν τα φυτά βρίσκονται σε πλήρη άνθιση καθώς τότε υπάρχει η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο. Η διαδικασία της συγκομιδής γίνεται χειρονακτικά, κόβοντας με ένα μαχαίρι ή δρεπάνι την ταξιανθία μαζί με ένα μέρος του βλαστού περίπου 6 με 7cm (Εικ.7.). (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2016)

Αφού γίνει η συγκομιδή της σοδειάς, αυτήν μεταφέρεται σε υπόστεγα για την αποξήρανση. Ο τρόπος τοποθέτησης στα υπόστεγα είναι είτε με άπλωμα είτε ανάποδα κρεμασμένα σε μικρά ματσάκια (Εικ.8.). Είναι πολύ σημαντικό η ξήρανση να γίνεται σε σκιερό και δροσερό μέρος, κάτι που επιτυγχάνεται σε υπόστεγα με σκεπή από κεραμίδια και όχι από λαμαρίνα, γιατί μόνο έτσι το τελικό προϊόν θα αποκτήσει το ιδανικό πρασινοκίτρινο χρώμα και δυνατό άρωμα, χωρίς να χαθεί η εμπορική αξία του προϊόντος. Όταν γίνει η ξήρανση ακολουθεί η δεματοποίηση και η μεταφορά σε αποθήκες που αερίζονται καλά, μέχρι να διατεθεί στο εμπόριο. (Δόρδας, 2012).



Εικόνα 7: Συλλογή τσάι του βουνού με δρεπάνι



Εικόνα 8: Κρεμασμένα ματσάκια για ξήρανση

2.2.10. Κόστος εγκατάστασης-Αποδόσεις

Το κόστος του παραγωγού για την αγορά του φυτικού υλικού εγκατάστασης από εξειδικευμένα φυτώρια κυμαίνεται στα 600 με 1000 ευρώ ανά στρέμμα και αφορά τον πρώτο χρόνο εγκατάστασης, καθώς τα επόμενα χρόνια ο παραγωγός μπορεί να μείωση το κόστος δημιουργώντας νέο πολλαπλασιαστικό υλικό από τις έτοιμες φυτείες. Αν και τα τελευταία χρόνια παρατηρείται από Έλληνες παραγωγούς αυξημένο ενδιαφέρον για την καλλιέργεια στοτσάι του βουνού, ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν είναι η έλλειψη πιστοποιημένου ελληνικού πολλαπλασιαστικού υλικού.

Οι αποδόσεις της καλλιέργειας εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις καλλιεργητικές φροντίδες. Σε φυτεία που έχουν γίνει όλες οι απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες και επικρατούν ευνοϊκές καιρικές συνθήκες, η απόδοση κατά το δεύτερο μέχρι το πέμπτο έτος που είναι τα πιο παραγωγικά έτη, κυμαίνεται στα 100-150 κιλά ανά στρέμμα σε ξηρό προϊόν. (Μαλούπα κ.ά., 2013; Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2016)

2.3. Χημικά συστατικά

Στα φυτά του γένους *Sideritis* έχουν εντοπιστεί πολλά χημικά συστατικά, όπως τερπένια, φλαβονοειδή, αιθέριο έλαιο, ιριδοειδή, κουμαρίνες, λιγνάνες και στερόλες (González-Burgos et al. 2011).

2.3.1. Αιθέριο έλαιο

Τα αιθέρια έλαια είναι πολυσύνθετα μίγματα οργανικών ουσιών με ισχυρό άρωμα. Τα συστατικά τους παρουσιάζουν διαφοροποίηση, ανάλογα με το φυτικό είδος, την ποικιλία και τις συνθήκες καλλιέργειας (Σκρουμπής, 1988).

Βρίσκονται σε ορισμένα κύτταρα και σε μεσοκυττάριους χώρους του φλοιού, των φύλλων και των ριζών. Το όνομα τους συνήθως προέρχεται από τον φυτικό ιστό στον οποίο βρίσκονται με τις χρήσεις του στην βιομηχανία τροφίμων και καλλυντικών να είναι πολλές.

2.3.2. Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων

Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά δεν έχει διευκρινισθεί πλήρως. Ωστόσο κάποιους από τους ρόλους που έχουν δοθεί από μελετητές είναι οι εξής:

- Η προστασία από τα έντομα και τα παράσιτα.
- Η προστασία από τις υψηλές θερμοκρασίες.
- Καλύτερη γονιμοποίηση και διασταύρωση των μη αυτογονιμοποιούμενων φυτών.
- Τα φυτά γίνονται πιο ανθεκτικά στην ξηρασία.
- Αυξάνεται η ταχύτητα κυκλοφορίας των θρεπτικών ουσιών που ρυθμίζουν το μεταβολισμό των φυτών.
- Δρουν καταλυτικά στο μεταβολισμό των γλυκοζιτών και άλλων ουσιών.
- Ενδέχεται να λειτουργούν και ως ορμόνες, που προάγουν διάφορες λειτουργίες των φυτών.
- Προστατεύουν τα φυτά από το ψύχος. (Σκρουμπής, 1988).

2.3.3. Παραλαβή αιθέριου ελαίου

Αναφορές για χρήση του αιθέριου ελαίου των αρωματικών φυτών υπάρχουν από πολύ παλιά, από τους αρχαίους Έλληνες, Κινέζους, Άραβες, Ασσύριους και Αιγύπτιους. Με τις πρώτες προσπάθειες παραλαβής του αιθέριου ελαίου να έχουν γίνει από τους Ινδούς, τους Πέρσες και Αιγύπτιους χωρίς όμως να υπάρχουν λεπτομέρειες για τις διαδικασίες που εφαρμόζονταν και τα αποτελέσματα αυτών (Σκρουμπής, 1988).

Στις μέρες μας η πιο οικονομική και ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα αρωματικά φυτά είναι η υδροαπόσταξη. από αποξηραμένα εναέρια μέρη του φυτού (González-Burgos et al. 2011).

Μόνο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η πιθανή υδρόλυση, κάποιων συστατικών του ελαίου μια και το φυτικό υλικό έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Δύο παραλλαγές της παραπάνω μεθόδου, που χρησιμοποιούνται συνήθως στη βιομηχανία, είναι η απόσταξη με νερό και ατμό όπου το φυτικό υλικό δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Άλλες εναλλακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα στην βιομηχανία ανάλογα με το φυτικό είδος είναι η εκχύλιση και η μηχανική εκπίεση

2.3.3. Φαρμακολογικές ιδιότητες

Μια σειρά μελετών έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς τόσο σε φυτικά εκχυλίσματα του γένους *Sideritis* όσο και σε χημικές ενώσεις που απομονώθηκαν από αυτά για να εκτιμηθούν οι θεραπευτικές τους ιδιότητες.

- **Αντιφλεγμονώδης δράση:** Υπάρχουν πολλές μελέτες πάνω στην αντιφλεγμονώδη δράση που εμφανίζουν τα εκχυλίσματα του γένους *Sideritis*. Αυτή οφείλεται κυρίως στις ομάδες των φλαβονοειδών, των τερπενίων και των λιπιδίων. Κατά των φλεγμονών δρουν και οι φυτοστερόλες, οι α- και β- αμιρίνες και τα διτερπένια (Charami et al., 2008).
- **Αναλγητική δράση:** Φυτά του γένους *σιδερίτης* εμφανίζουν και αναλγητικές ιδιότητες. Αυτές οφείλονται σε ενώσεις λιγότερο πολικές από εκείνες των αντιφλεγμονωδών. Τέτοιες είναι οι φυτοστερόλες, οι α- και β- αμιρίνες και τα διτερπένια με σκελετό καουρενίου (Gonzalez-Burgos et al., 2011).
- **Αντιμικροβιακή δράση:** Σημαντική είναι και η δράση κατά των βακτηρίων, των ιών και των ζυμών. Η δράση αυτή οφείλεται κυρίως στα αιθέρια έλαια του φυτού που περιέχουν μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες. Από τα φυτά που μελετήθηκαν πιο δραστικά ήταν αυτά με αιθέρια έλαια πλούσια σε απιπένιο και καρβακρόλη. Το είδος *S. raeseri* δεν περιέχει πολλά μονοτερπένια και γι' αυτό ήταν αδρανές (Aligiannis et al., 2001, Fokialakis et al., 2007).
- **Αντιοξειδωτική δράση:** Ο *Sideritis* εμφανίζει και έντονη αντιοξειδωτική δράση. Ειδικότερα τα εκχυλίσματα των φυτών με οξικό αιθυλεστέρα και με βουτανόλη. Η αντιοξειδωτική δράση οφείλεται στην ύπαρξη πολυφαινολικών ενώσεων οι οποίες έχουν την ικανότητα να μπλοκάρουν τις ελεύθερες ρίζες. Σε σύγκριση με άλλα αρωματικά φυτά της Μεσογείου η δράση του *Σιδερίτη* χαρακτηρίζεται μέτρια (Gonzalez-Burgos et al., 2011, Charami et al., 2008)
- **Αντικαρκινικές ιδιότητες:** Τα υδατικά εκχυλίσματα των υπέργειων τμημάτων των ειδών *S. euboica* και *S. clandestina* δρουν σαν εκλεκτικοί ρυθμιστές του υποδοχέα οιστρογόνου (SERM),

καταστέλλοντας την ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων του μαστού, χωρίς να επιτρέπουν τον μετέπειτα πολλαπλασιασμό των αδενοκαρκινωμάτων του τραχήλου της μήτρας (Kassi et al., 2004).

- **Αντιελκογόνος δράση:** Το 8-O-β-D-γλυκοσίδιο της υπολαιίνης, φλαβονοειδές που απαντά συχνά σε διάφορα είδη σιδερίτη, έχει προστατευτική δράση, η οποία έγκειται στην παραγωγή βλέννας και στη μείωση της οξύτητας του στομάχου. Σύμφωνα και με άλλες μελέτες, η παρουσία της ομάδας της πυροκατεχόλης στη θέση 3'-4' στο σκελετό του φλαβονοειδούς σχετίζεται με μεγαλύτερη προστατευτική δράση ενάντια στο έλκος (Alcaraz and Tordera, 1988).

3. ΑΡΔΕΥΣΗ

3.1. Η άρδευση των καλλιεργειών

Γενικά, ως άρδευση ορίζεται η διαδικασία τεχνητής παροχή νερού σε καλλιέργειες. Σύμφωνα με τον Stern (1979), άρδευση είναι οποιαδήποτε διαδικασία, εκτός του φυσικού καταιονισμού, η οποία παρέχει νερό στις καλλιέργειες, στους οπωρώνες, στο γρασίδι και σε άλλα καλλιεργούμενα φυτά.

Βασικός στόχος της άρδευσης είναι ο εφοδιασμός των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών με την κατάλληλη ποσότητα νερού η οποία είναι απαραίτητη για την κανονική ανάπτυξη τους αλλά και για τη επίτευξη της μέγιστης απόδοσης με την υψηλότερη ποιότητα γεωργικών προϊόντων.

Τα φυτά, μέσω του ριζικού τους συστήματος, προσλαμβάνουν νερό μαζί τα αναγκαία θρεπτικά συστατικά, τα οποία βρίσκονται διαλυμένα μέσα σε αυτό. Το νερό καταλήγει στην ατμόσφαιρα σε μορφή υδρατμών, εφόσον τα στόματα των φύλλων είναι ανοικτά και αφού προηγουμένως ακολουθήσει τη διαδρομή ρίζα-βλαστοί-φυτικοί ιστοί-φύλλα (Παπαζαφειρίου, 1984).

Τα φυτά μπορούν από μόνα τους να παράγουν την δικιά τους τροφή χρησιμοποιώντας φυσικούς πόρους όπως το έδαφος, το νερό, ο αέρας και ήλιος. Μπορούν επίσης να παράγουν περισσότερο από όσο είναι αναγκαίο για την επιβίωση και την αναπαραγωγή τους. Τα φυτά, όμως, δε μπορούν να επιβιώσουν και να παράγουν την τροφή τους χωρίς νερό (Ali, 2010a).

Μεγάλη είναι η ανάγκη για μείωση των απωλειών νερού λόγω των προβλημάτων που προέκυψαν τελευταία, εξαιτίας της ανεπάρκειας του αρδευτικού νερού και τα οποία πρόκειται να ενταθούν μέσα στα επόμενα χρόνια. Μείωση των απωλειών νερού μπορεί να επιτευχθεί με τους ακόλουθους χειρισμούς: ■ τον καλύτερο προγραμματισμό των αρδεύσεων (αποφυγή άσκοπων αρδεύσεων), ■ την ελαχιστοποίηση των διαρροών στο δίκτυο μεταφοράς και διανομής νερού και ■ τον περιορισμό των απωλειών στον αγρό.

Η γεωργία αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή νερού, δηλαδή 70% περίπου σε παγκόσμιο επίπεδο και άνω του 80% στις περισσότερες μεσογειακές χώρες. Η γεωργία καταναλώνει μεγάλες ποσότητες νερού για

διάφορες χρήσεις, όπως η παραγωγή τροφίμων, πρώτων υλών και παροχή εργασίας σε πολλούς κατοίκους των αγροτικών περιοχών. Στη χώρα μας επίσης, ο γεωργικός τομέας αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή νερού. Πιο συγκεκριμένα, για την άρδευση καταναλώνεται το 78,5% της συνολικής ποσότητας νερού, το 15,8% για την ύδρευση και μόνο το 5,7% στη βιομηχανία. Στην Ελλάδα, η ζήτηση άρδευσης είναι μεγάλη, ενώ η αποτελεσματικότητα του αρδευτικού νερού είναι μικρή και σε πολλές περιπτώσεις κάτω του 55%. Σήμερα, αρδεύεται το 41,2% της καλλιεργούμενης έκτασης (Τερζίδη, Παπαζαφειρίου, 1997).

3.2. Εξατμισοδιαπνοή (ET)

Η εφαρμογή των αρδεύσεων και οι απαιτούμενες ποσότητες αρδευτικού νερού εξαρτώνται από την εξατμισοδιαπνοή. Σημαντικό είναι σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές να εξετασθούν οι ανάγκες εξατμισοδιαπνοής στις επιμέρους εκτάσεις, πριν την εκμετάλλευση όλων των υδατικών πόρων που υπάρχουν.

Με τον όρο εξατμισοδιαπνοή, (evapotranspiration) νοείται η ποσότητα του νερού, που καταναλώνεται στη διαπνοή των φυτών και στην εξάτμιση των υγρών μερών του φυτού και του εδάφους κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης περιόδου.

Η εξατμισοδιαπνοή (evapotranspiration, ET) είναι ο συνδυασμός δύο παραγόντων, της διαπνοής, δηλαδή η ποσότητα του νερού που απορροφάτε από τις ρίζες των φυτών και χρησιμοποιείται για την διάπλαση των ιστών των φυτών και δεύτερος παράγοντας είναι η εξάτμιση, που εκφράζει το νερό που εξατμίζεται από το έδαφος και την επιφάνεια των φύλλων των φυτών.

Σύμφωνα με τους Allen et al. (1998), η εξάτμιση και η διαπνοή συμβαίνουν ταυτόχρονα και δεν υπάρχει εύκολος τρόπος διάκρισης μεταξύ των δύο διαδικασιών. Εκτός από την διαθεσιμότητα του νερού στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους, η εξάτμιση από το σπαρμένο έδαφος καθορίζεται κυρίως από το μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους. Αυτό το μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας μειώνεται κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, καθώς η καλλιέργεια αναπτύσσεται και οι σκιές των φυλλωμάτων καλύπτουν όλο και περισσότερο την περιοχή του εδάφους.

Η εξατμισοδιαπνοή είναι δυνατό να εκφράζει τις απαιτήσεις μίας καλλιέργειας, ενός αγροκτήματος, μίας περιοχής, ή και ολόκληρης πεδιάδας. Η εκτίμηση και ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής καθώς επίσης και ο προσδιορισμός των εδαφικών σταθερών όπως είναι η χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας, η υδατοϊκανότητα, το σημείο μόνιμης μάρανσης, η διαθέσιμη υγρασία, η ωφέλιμη υγρασία κλπ, αποτελούν πολύτιμα στοιχεία για την έγκαιρη πληροφόρηση για το σωστό προγραμματισμό των αρδεύσεων. Η εφαρμογή ορθολογικά σχεδιασμένης άρδευσης ελαχιστοποιεί τους κινδύνους αστοχίας και μη οικονομικών επενδύσεων. Ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής και το τελικό μέγεθός της επηρεάζονται από τις κλιματικές συνθήκες και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαθέτουν τα φυτά (Παπαζαφειρίου, 1984).

3.2.1. Παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή

Η εξατμισοδιαπνοή διαφέρει μεταξύ των καλλιεργειών καθώς επηρεάζεται από πολλούς παραμέτρους. Μεταξύ άλλων επηρεάζεται από τους φυτικούς παράγοντες όπως είναι το είδος του φυτού, η ανακλαστικότητα του φυλλώματος, το ποσοστό κάλυψης του εδάφους από το φύλλωμα, το ύψος των φυτών, το βάθος και η πυκνότητα του ριζικού συστήματος και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας. Επίσης την εξατμισοδιαπνοή επηρεάζεται από κλιματικούς παράγοντες κυρίως από την διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια και την αεροδυναμική κατάσταση της ατμόσφαιρας. Για μια κανονικά αναπτυσσόμενη καλλιέργεια, της οποίας το φύλλωμα καλύπτει σχεδόν ολόκληρη την επιφάνεια του εδάφους, το μέγεθος της εξατμισοδιαπνοής εξαρτάται από το κλίμα που υπάρχει στην περιοχή και ιδιαιτέρως από τη λανθάνουσα θερμότητα, την καθαρή ακτινοβολία, την ταχύτητα του ανέμου, τη σχετική υγρασία, τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και τέλος τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας. (Παπαζαφειρίου, 1984; Allen et al., 1998)

3.2.2. Μέθοδοι προσδιορισμού της εξατμισοδιαπνοής

Για την μέτρηση της εξατμισοδιαπνοής έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τρόποι είτε με μετρήσεις άμεσα στο χωράφι, είτε με έμμεσες μικροκλιματικές μεθόδους, είτε με άμεσες μεθόδους. (Παπαζαφειρίου, 1984; Rana and Katerji, 2000).

Οι άμεσες μέθοδοι υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής βασίζονται στην άμεση εποπτεία της ποσότητας του νερού που εισέρχεται στο έδαφος με άρδευση ή βροχή. Καθώς επίσης και στην καταγραφή της μεταβολής της εδαφικής υγρασίας κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών. Οι βασικότερες άμεσες μέθοδοι υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής σύμφωνα με τον Παπαζαφειρίου (1984) είναι: α). Μέθοδος των πειραματικών αγροτεμαχίων. β) Μέθοδος των επαναληπτικών δειγματοληψιών. γ) Μέθοδος του ισοζυγίου της υγρασίας. δ) Μέθοδος του λυσιμέτρου.

Οι έμμεσες μέθοδοι βασίζονται στον υπολογισμό συγκεκριμένων παραμέτρων. Αυτές μπορεί να είναι είτε μικροκλιματικές, και διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, την αεροδυναμική μέθοδο, τη μέθοδο του ισοζυγίου της ενέργειας, ή σε συνδυασμό αυτών, είτε μέσω μεθόδων χρησιμοποιώντας κλιματικά δεδομένα, όπως, η μέθοδος Penman (1963), η τροποποιημένη μέθοδος των Blaney-Cridle, η μέθοδος Hargreaves – Samani (1985) και η μέθοδος FAO–56 Penman-Monteith. Από αυτές η τελευταία θεωρείται ως η πλέον κατάλληλη, έμμεση μέθοδος υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς, ETo (Allen et al., 1998; Rana and Katerji, 2000).

3.2.3. Μέθοδος FAO–56 Penman-Monteith

Ομάδα εμπειρογνομόνων πρότεινε ως την πλέον αξιόπιστη μέθοδο για τον υπολογισμό της ETo, την εξίσωση FAO–56 Penman-Monteith, όπως αναλυτικά περιγράφεται στην παράγραφο 4.5.

Με την συγκεκριμένη μέθοδο γίνεται εκτίμηση ημερήσιας ETo σε mm/day, για καλλιέργεια αναφοράς μία υποθετική καλλιέργεια (γρασίδι), με υποθετικό ύψος 12 cm, συνολική αντίσταση επιφάνειας 70 s/m, και albedo 0,23 και αναπτυσσόμενη με πλήρη επάρκεια του εδαφικού νερού. Η ETo εκφράζει, την εξατμισοδιαπνοή σε διαφορετικές περιοχές ή σε διαφορετικές περιόδους του έτους δίνοντας συγκρίσιμα στοιχεία, καθώς και την συσχέτιση της εξατμισοδιαπνοής από διαφορετικές καλλιέργειες (Allen et al., 1998).

3.3. Ορισμός άρδευσης– Μέθοδοι άρδευσης

Άρδευση είναι η τεχνητή εφαρμογή του νερού στο έδαφος και κυρίως στην περιοχή του ριζοστρώματος για την συμπλήρωση της εδαφικής υγρασίας, ώστε να εφοδιάσουμε τα φυτά με πρόσθετο νερό, προκειμένου να

καλυφθούν οι ανάγκες τους με σκοπό την κανονική ανάπτυξή τους και την μεγιστοποίηση της απόδοσής τους (Τερζίδης και Παπαζαφειρίου, 1997).

Μέθοδοι άρδευσης ονομάζονται οι διάφοροι τρόποι που εφαρμόζονται για την εφαρμογή του αρδευτικού νερού στις καλλιέργειες, για την κάλυψη των αναγκών του φυτού σε νερό. Η διάκριση τους γίνεται ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής τους σε τρεις βασικές κατηγορίες, την επιφανειακή άρδευση, άρδευση με καταιονισμό και στάγδην άρδευση. Σκοπός όλων των παραπάνω μεθόδων είναι η επίτευξη μικρότερου κόστους και μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας κατά την εφαρμογή του νερού στις αρδεύσεις. Μια άρδευση θεωρείται επιτυχής όταν αποθηκεύει στο χωράφι νερό ίσο με το καθαρό βάθος άρδευσης, με τέτοιο τρόπο ώστε να περιορίζει τις επιφανειακές απώλειες από την βαθιά διήθηση στο ελάχιστο και να εφαρμόζει ομοιόμορφα την ποσότητα νερού στην επιφάνεια του χωραφιού, παραμένοντας όσο διάστημα απαιτείται για την αποθήκευση του καθαρού βάρους άρδευσης (Παπαζαφειρίου, 1984; Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, 2004).

Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψιν για την κατάλληλη μέθοδο άρδευσης είναι το κλίμα, το έδαφος, το είδος καλλιέργειας, η διαθέσιμη ποσότητα και ποιότητα νερού, το κόστος των συστημάτων άρδευσης, το διαθέσιμο εργατικό και η ικανότητα του καλλιεργητή να διαχειρίζεται το σύστημα άρδευσης.

Ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής τους, οι μέθοδοι άρδευσης διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Επιφανειακή άρδευση
- Άρδευση με καταιονισμό (τεχνητή βροχή)
- Στάγδην άρδευση (με σταγόνες)

3.4 Επιφανειακή στάγδην άρδευση

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα ολοκληρωμένο σύστημα στάγδην άρδευσης είναι: η κεφαλή ή μονάδα ελέγχου, το δίκτυο μεταφοράς, και το δίκτυο εφαρμογής.

Η κεφαλή ή μονάδα ελέγχου συνδέεται με την υδροληψία ή το αντλητικό συγκρότημα (Γιακουμάκης, 1985). Περιλαμβάνει το μετρητή ροής, τα φίλτρα, τους ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Κύριο στοιχείο της κεφαλής αποτελούν τα φίλτρα. Με τα

φίλτρα το νερό που παροχετεύεται στο δίκτυο πρέπει να είναι απαλλαγμένο από φερτά υλικά για να μην αποφράσσονται οι σταλακτήρες. Τα φίλτρα διενεργούν μηχανικό καθαρισμό του νερού.

Η κεφαλή μπορεί να είναι εφοδιασμένη και με δοχείο λίπανσης μέσα στο οποίο τοποθετείται η ποσότητα του λιπάσματος, από το οποίο το νερό που περνάει μέσα από το δίκτυο παίρνει την επιθυμητή ποσότητα λιπάσματος (Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη, 2004). Αυτός ο τρόπος ονομάζεται υδρολίπανση και το πλεονέκτημα του είναι η άμεση εφαρμογή των ουσιών στο ριζόστρωμα της καλλιέργειας σε μικρές επαναλαμβανόμενες δόσεις, το γεγονός ότι διενεργεί οικονομία στην ποσότητα λιπάσματος που διατίθεται στα φυτά, αλλά και στα εργατικά χέρια.

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους, αλλά και τους δευτερεύοντες αγωγούς. Από την πηγή το νερό μεταφέρεται μέσω των κύριων αγωγών στους δευτερεύοντες. Οι κύριοι αγωγοί είναι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο (PE) ή άκαμπτο χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) ή γαλβανισμένο ατσάλι. Οι δευτερεύοντες αγωγοί μεταφέρουν το νερό από τους κύριους, στους αγωγούς εφαρμογής. Το δίκτυο μεταφοράς μπορεί να είναι είτε υπέργειο (PE), είτε υπόγειο (PVC). Συνήθως όμως, οι αγωγοί του δικτύου μεταφοράς είναι από άκαμπτο PVC και πρέπει να τοποθετούνται υπόγεια, τόσο για την προστασία τους, όσο και για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας στο χωράφι των καλλιεργητικών μηχανημάτων.

Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με συνηθισμένη διάμετρο 12 - 25 mm. Μεταφέρουν το νερό από τους δευτερεύοντες αγωγούς στους σταλακτήρες. Είναι κάθετοι προς τους δευτερεύοντες και παράλληλοι προς τις ισοϋψείς στα εδάφη με κλίση (Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη, 2004).

Σε προκαθορισμένες θέσεις πάνω στους σωλήνες πολυαιθυλενίου, τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες, μέσω των οποίων το νερό φτάνει στο έδαφος με τη μορφή σταγόνων. Οι σταλακτήρες τοποθετούνται είτε εν σειρά, είτε σε σύνδεση επί της γραμμής εφαρμογής. Ο τρόπος διάταξης της γραμμής εφαρμογής εξαρτάται από τις αποστάσεις φύτευσης, το έδαφος, το ποσοστό του εδάφους που πρέπει να διαβραχεί και το κόστος (Παπαζαφειρίου, 1984).

Η σωστή λειτουργία ενός δικτύου στάγδην άρδευσης απαιτεί ορισμένους χειρισμούς. Τέτοιοι είναι η αυτοματοποιημένη έναρξη και παύση λειτουργίας του συστήματος, η διαδοχική υδροδότηση των διαφόρων μονάδων και η ρύθμιση της απαιτούμενης παροχής και φορτίου στην αρχή του δικτύου και στους αγωγούς τροφοδοσίας. Στην Ελλάδα στις αρχές της δεκαετίας του 80' άρχισε να εξαπλώνεται η μέθοδος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης. Η μεγάλη της εξάπλωση όμως στη χώρα μας, οφείλεται κυρίως στις καλλιέργειες των οπωροφόρων δένδρων και της αμπέλου. Σύμφωνα με τους Bravdo και Herper (1987), η επιφανειακή στάγδην άρδευση επιτυγχάνει ικανοποιητικότερη χορήγηση των θρεπτικών στοιχείων στην καλλιέργεια και κυρίως του φωσφόρου.

3.4.1 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης

Τα πλεονεκτήματα της επιφανειακής στάγδην άρδευσης είναι τα ακόλουθα: ο έλεγχος, η πλήρης αυτοματοποίηση του συστήματος, η οικονομία νερού, η διατήρηση μικρών αρνητικών πιέσεων στο έδαφος, η πρωΐμιση της παραγωγής, τα οικονομικά και ενεργειακά οφέλη, η χρήση χαμηλής ποιότητας αρδευτικού νερού, η διατήρηση ξηρού φυλλώματος, η μερική διαβροχή του εδάφους, η εφαρμογή σε δύσκολα εδάφη, η εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, η άρδευση μεγαλύτερων εκτάσεων και η προστασία στο περιβάλλον.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου της στάγδην άρδευσης είναι τα ακόλουθα: το κόστος εγκατάστασης, οι εμφράξεις των σταλακτήρων, η αδυναμία άμεσης προσέγγισης του νερού στο ενεργό ριζόστρωμα των φυτών και ειδικά σε βαριάς σύστασης εδάφη, η αποφυγή χρήσης αρδευτικού νερού με αυξημένη αλατότητα, η ανάγκη απομάκρυνσης των δευτερευόντων αγωγών άρδευσης λίγο πριν και μετά την εγκατάσταση της νέας καλλιέργειας (μηχανικές ζημιές), η φθορά των υλικών λόγω των καιρικών συνθηκών, των καλλιεργητικών πρακτικών και της τοπικής υπέργεια πανίδας (μηχανικές ζημιές), και η ανάγκη χρήσης άλλης μεθόδου για το φύτευμα των καλλιεργειών.

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1. Γενικά

Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθεί με εφαρμογή πλήρους και ελλειμματικής άρδευσης η ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας του φυτού “τσάι του βουνού” σε χαμηλό υψόμετρο. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε κατά τον τρίτο καλλιεργητικό χρόνο του φυτού την περίοδο 2017, στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που βρίσκεται στην περιοχή του Βελεσίνου. Η περιοχή του Βελεσίνου βρίσκεται δυτικά της πόλης του Βόλου και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας του αγροκτήματος είναι 39° 23' γεωγραφικό πλάτος, 22°45' γεωγραφικό μήκος, ενώ το υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας αντιστοιχεί σε 50m. Στη περιοχή αυτήν επικρατούν ηπειρωτικές κλιματικές συνθήκες, με ζεστό και ξηρό καλοκαίρι το οποίο εναλλάσσεται με ψυχρό και υγρό χειμώνα. Το έδαφος της περιοχής του αγροκτήματος είναι ασβεστούχο, αργιλοπηλώδες και καλά στραγγιζόμενο. Υφή τέτοιων εδαφών χαρακτηρίζεται αμμοαργιλοπηλώδης έως και αργιλώδης, ενώ η κοκκομετρική σύσταση μετρίως λεπτόκοκκη ως λεπτόκοκκη. Το pH του βρίσκεται σε αλκαλικά επίπεδα και έχει καλά αναπτυγμένο πορώδες, το οποίο αποτελείται από μικρούς και μεσαίου μεγέθους πόρους (Μήτσιος *etal.*, 2000, Τερζίδης και Παπαζαφειρίου, 1997).

4.2. Χάραξη του πειραματικού σχεδίου

Το πειραματικό σχέδιο ήταν Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με τέσσερις μεταχειρίσεις σε τρεις επαναλήψεις. Οι διαστάσεις κάθε επανάληψης ήταν τρία επί πέντε μέτρα, αποτελούμενο από έξι σειρές των δέκα φυτών, δηλαδή 60 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο ή συνολικά 720 φυτά. Κάθε τεμάχιο διχωρίζεται από το άλλο με διάδρομο ενός μέτρου.

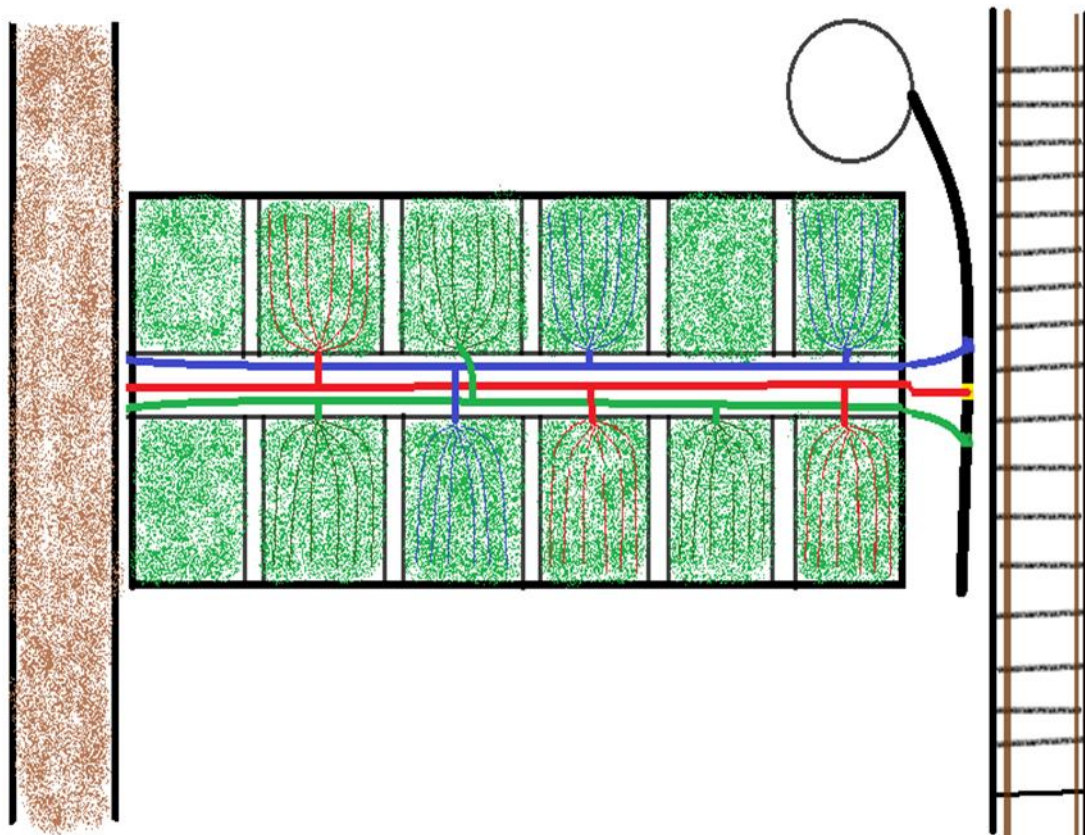
Εφαρμόστηκαν οι εξής μεταχειρίσεις :

1) 50%: Τσάι του βουνού αρδευόμενο, με επιφανειακή στάγδην άρδευση που καλύπτει το 50% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας, συμφωνά με τη μέθοδο PenmanMonteith κατά FAO.

2) 75%: Τσάι του βουνού αρδευόμενο, με επιφανειακή στάγδην άρδευση που καλύπτει το 75% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας, συμφωνά με τη μέθοδο PenmanMonteith.

3) 100%: Τσάι του βουνού αρδευόμενο, με επιφανειακή στάγδην άρδευση που καλύπτει το 100% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας, συμφωνά με τη μέθοδο PenmanMonteith.

4) 0%: Η μεταχείριση χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας και δεν εφαρμόστηκε άρδευση.



Εικόνα 9: Διάταξη Πειραματικού Αγροτεμαχίου

Στην εικόνα 9. παρατηρούμε το σύνολο του πειραματικού μας αγρού (4 μεταχειρίσεις με τρεις επαναλήψεις).

Οι επαναλήψεις της μεταχείριση 0% είναι τα πράσινα κομμάτια στη εικόνα που δεν φέρουν σταλακτιφόρους αγωγούς, οι επαναλήψεις της μεταχείριση 50% είναι τα πράσινα κομμάτια στη εικόνα με σταλακτιφόρους αγωγούς κόκκινου χρώματος, οι επαναλήψεις της μεταχείριση 75% είναι τα πράσινα κομμάτια στη εικόνα με σταλακτιφόρους αγωγούς πράσινου

χρώματος και οι επαναλήψεις της μεταχείριση 100% είναι τα πράσινα κομμάτια στη εικόνα με σταλακτιφόρους αγωγούς μπλε χρώματος.

Οι μεταχειρίσεις με τις οποίες πραγματεύεται η εν λόγω πτυχιακή διατριβή είναι η 50% και η 100%.

4.3. Καλλιεργητικές εργασίες

Στο αγροτεμάχιο του πειράματος έγινε κατεργασία του εδάφους με βαθύ καλλιεργητή, ενώ λίγες μέρες πριν την φύτευση πραγματοποιήθηκε ένα φρεζάρισμα για την αναμόχλευση του εδάφους και την απομάκρυνση των ζιζανίων.

Η φύτευση πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου του 2015. Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένα πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο με 4 μεταχειρίσεις και 3 επαναλήψεις. Σε κάθε επανάληψη ανοίχτηκαν σε αποστάσεις 50 cm 6 αυλάκια βάθους 4-5 cm με σκαλιστήρι χειρός, και σε κάθε αυλάκι έγινε η φύτευση του τσαγιού με το χέρι με την απόσταση των φυτών μεταξύ τους να είναι 50cm. Στις 21 Απριλίου 2015 έγινε η εγκατάσταση του αρδευτικού συστήματος. Λίπανση του φυτού δεν πραγματοποιήθηκε σε κανένα στάδιο της καλλιέργειας, με μόνη καλλιεργητική φροντίδα μετά την φύτευση ήταν η απομάκρυνση των ζιζανίων όποτε κρίθηκε αναγκαίο με χειρωνακτικές μεθόδους.

4.4. Σύστημα Άρδευσης

Για την άρδευση της καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της στάγδην άρδευσης (εικ.10.). Στην συγκεκριμένη μέθοδο το νερό εφαρμόζεται σε μικρές ποσότητες με σταγόνες σε κάθε φυτό ξεχωριστά, ώστε να εφοδιάζεται με την απαραίτητη για την κανονική του ανάπτυξη και απόδοση υγρασία. Ένα ολοκληρωμένο σύστημα αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και από τη μονάδα ελέγχου (Παπαζαφειρίου, 1984; Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, 2003).

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους αγωγούς μεταφοράς που μεταφέρουν το νερό στους αγωγούς τροφοδοσίας, οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη παροχή και φορτίο στις υδροληψίες των

αγωγών εφαρμογής (Παπαζαφειρίου, 1984; Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, 2003).

Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με συνηθισμένη διάμετρο 12-20mm, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και τα 25mm. Σε αυτούς, σε προκαθορισμένες θέσεις, τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φτάνει στο έδαφος με τη μορφή σταγόνων.

Η μονάδα ελέγχου (εικ.11.) τοποθετείται στην αρχή του δικτύου αμέσως μετά το αντλητικό συγκρότημα ή την υδροληψία αν το δίκτυο είναι συλλογικό και περιλαμβάνει μετρητή ροής, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.



Εικόνα 10: Σύστημα Στάγδην Άρδευσης (πειραματικός αγρός 3^ο έτος)



Εικόνα 11: Προγραμματιστής Άρδευσης (πειραματικός αγρός 3^ο έτος)

4.5. Προσδιορισμός των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό

Για τις ανάγκες σε νερό στην καλλιέργεια και την δόση άρδευσης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον μετεωρολογικό σταθμό του Εργαστηρίου. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα αυτά έγινε ο υπολογισμός της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ET_o) με την συνδυαστική μέθοδο των FAO-56 Penman-Monteith (Allen et al., 1998),

$$ET_o = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.34 \cdot u_2)}$$

Όπου:

ET_o: Η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (mm day⁻¹).

R_n: Η καθαρή ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια των φυτών (MJ m⁻² day⁻¹).

G: Το ισοζύγιο θερμότητας του εδάφους (MJ m⁻² day⁻¹).

T: Η μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα στα 2m ύψος (°C).

u₂: Η ταχύτητα του ανέμου στα 2m ύψος (m·s⁻¹).

e_s: Η πίεση κορεσμένων ατμών του αέρα (kPa).

e_a: Η πίεση ατμών του πραγματικού αέρα (kPa).

e_s - e_a: Το έλλειμα κορεσμού υδρατμών (kPa).

Δ: Η κλίση της καμπύλης πίεσης κορεσμού των ατμών του αέρα (kPa·°C⁻¹).

γ: Ψυχομετρική σταθερά (kPa·°C⁻¹).

Για τον σχεδιασμό του προγράμματος άρδευσης χρησιμοποιήθηκαν και υπολογίσθηκαν τα παρακάτω:

Υπολογισμός δόσης άρδευσης: Για τον υπολογισμό της δόσης άρδευσης πήραμε την τιμή της εξατμισοδιαπνοή αναφοράς(ET_o) από τον μετεωρολογικό σταθμό και στην συνέχεια υπολογιζόταν ο φυτικός συντελεστής(K_c) και η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας(ET_c) χρησιμοποιώντας την παρακάτω σχέση

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

Όπου:

ETc: η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας (mm/day).

Kc: συντελεστής που εξαρτάται από το είδος της καλλιέργειας.

ETo: η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (mm/day).

Η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας(ETc) εκφράζει της απώλειες σε νερό κάτι που σημαίνει ότι η αρδευτική δόση δεν πρέπει να είναι μικρότερη από τις απώλειες νερού.Επομένως η δόση άρδευσης για την μεταχείριση που αρδεύτηκε πλήρως δόθηκε από την σχέση:

$$Dn=(ETo \times Kc-Pe)/EFF$$

Όπου:

Dn:Η δόση άρδευσης για την πλήρως αρδευόμενη μεταχείριση

ETo: η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς

Kc:ο φυτικός συντελεστής.

Pe:η ωφέλιμη βροχώπτωση

EFF:βαθμός απόδοσης του συστήματος στάγδην άρδευσης

Στην ελλειμματική άρδευση(50%) ο υπολογισμός της δόσης άρδευσης έγινε πολλαπλασιάζοντας το Dn με το συντελεστή 0,5.

Υπολογισμός ωφέλιμης βροχώπτωσης(Pe): Ωφέλιμη βροχώπτωση είναι το ποσοστό της συνολικής βροχώπτωσης, σε μια καλλιέργεια και σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο,το οποίο είναι διαθέσιμο για να καλύψει τις ανάγκες της διαπνοής της καλλιεργημένης έκτασης(Bos and nugteren,1974).

Όταν η βροχώπτωση είναι πιο μικρή από 20% της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς εξατμίζεται πλήρως και θεωρείται αμελητέα.Η επιφανειακή απορροή θεωρείται αμελητέα για υπολογισμούς ημέρας,διότι το πλεονάζον νερό αναπληρώνει το έδαφος μέχρι το σημείο της υδατοικανότητας του(Allen et al.,1998).Σε μικρές περιόδους ο μεγάλος όγκος νερού από βροχοπτώσεις, το επιπλέον νερό χάνεται από την βαθιά διήθηση. Στην παρούσα μελέτη δεν υπήρχαν απώλειες νερού, η βροχώπτωση που ήταν μεγαλύτερη από το 20% της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς πολλαπλασιάστηκε με έναν συντελεστή ωφελιμότητας ίσο με 0,8.

Υπολογισμός αποδοτικότητας εφαρμογής της άρδευσης με σταγόνες(EFF):Η αποδοτικότητα της επιφανειακής στάγδην άρδευσης υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$EFF=TR \times EU$$

Όπου:

EFF:βαθμός εφαρμογής του νερού

TR:το μέρος του νερού που διηθήθηκε στο έδαφος και είναι ωφέλιμο

EU:ομοιομορφία ενστάλαξης

Στην συγκεκριμένη μελέτη η αποδοτικότητα εφαρμογής θεωρήθηκε ίση με 1.

Υπολογισμός διάρκειας άρδευσης:Για τον υπολογισμό της διάρκειας άρδευσης πρέπει να γνωρίζουμε το ωριαίο ύψος βροχής που εφαρμόζεται από το σύστημα άρδευσης, καθώς επίσης τις αποστάσεις και πυκνότητα φύτευσης.Γνωρίζοντας τα αυτά οι τύποι που δίνουν τη διάρκεια άρδευσης και το ωριαίο ύψος βροχής είναι οι εξής:

$$t = \frac{Dn}{Dh} \text{ και } Dh = \frac{q \times n}{St \times Sr}$$

Όπου:

t: η διάρκεια άρδευσης

Dn: η δόση άρδευσης

Dh: το ωριαίο ύψος βροχής

q: η παροχή του σταλάκτη

St: η ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς

Sr: η ισαποχή των γραμμών σποράς

n: ο αριθμός σταλακτήρων ανά δύο γραμμές φυτών

Υπολογισμός εύρους άρδευσης: Το εύρος άρδευσης καθορίστηκε στις 4 ημέρες.Έγινε έλεγχος του εύρους άρδευσης με τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης για την μείωση πιθανού σφάλματος. Υπολογίσθηκε η πρακτική δόση άρδευσης για κάθε μήνα, την οποία δεν πρέπει το άθροισμα των τιμών της πραγματικής ημερίσιας εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας δύο διαδοχικών αρδεύσεων να υπερβαίνει.Οι παράμετροι για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης είναι οι παρακάτω:

- η υδατοϊκανότητα του εδάφους (FC),
- το σημείο μόνιμης μάρανσης (PWP)
- το βάθος του ριζοστρώματος (RD), για κάθε μήνα της αρδευτικής περιόδου.

- το όριο εξάντλησης της εδαφικής υγρασίας (F),
- το ποσοστό διαβροχής του εδάφους (P),
- ο συντελεστής καλλιέργειας f_1 για φυτάσε πλήρη ανάπτυξη
- ο διορθωτικός συντελεστής f_2 που σχετίζεται με το ποσοστό φυτοσκιάσεως
- τα χαρακτηριστικά του συστήματος άρδευσης, όπως η παροχή q και ο αριθμός σταλακτών ανά φυτό (n), ο βαθμός απόδοσης συστήματος EFF και η ισαποχή σταλακτών επί των σταλακτηφόρων σωλήνων (Se),
- η απόσταση μεταξύ των σειρών της καλλιέργειας (Sr),
- η απόσταση των φυτών επί της γραμμής (St)
- η μέγιστη ημερήσια εξατμισοδιαπνοή για κάθε μήνα της αρδευτικής περιόδου (ET_{max}).

Με τις παραμέτρους αυτές προέκυψαν οι παρακάτω πίνακες 3 και 4

Πίνακας 3: Τιμές που απαιτούνται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης

	FC (%κ.ο.)	PWP (%κ.ο.)	RD (mm)	F	P	f_1	f_2	ET _{max} (mm)
ΜΑΡΤΙΟΣ	32,68	18,50	350	0,45	1,00	1,00	1,00	1.62
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	32,68	18,50	350	0,45	1,00	1,00	1,00	3.05
ΜΑΙΟΣ	32,68	18,50	350	0,45	1,00	1,00	1,00	3.61
ΙΟΥΝΙΟΣ	32,68	18,50	350	0,45	1,00	1,00	1,00	4.82
ΙΟΥΛΙΟΣ	32,68	18,50	350	0,45	1,00	1,00	1,00	4.72

Πίνακας 4: Υπολογισμός της πρακτικής δόσης, του εύρους και της διάρκειας άρδευσης

	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ
Διαθέσιμη υγρασία $ASM = \frac{FC - PWP}{100} \times RD$ (mm ή m3 /στρ.)	49,63	49,63	49,63	49,63	49,63
Πρακτική δόση άρδευσης $Dn = \frac{ASM \times F \times P}{EFF}$ (mm ή m3 /στρ.)	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33
Ωριαίο ύψος βροχής	1	1	1	1	1

$Dh = \frac{q \times n}{St \times Sr}$ (mm/h)					
Διάρκεια άρδευσης $t = \frac{Dn}{Dh}$ (h)	22,33	22,33	22,33	22,33	22,33
Εύρος άρδευσης $D = \frac{Dn}{ETmax}$ (ημέρες)	≈ 14	≈ 7	≈ 6	≈ 8	≈ 4

Στον πίνακα 5 της παραγράφου 5.2. παρουσιάζονται αναλυτικά η ποσότητα νερού που εφαρμόστηκε, ο αριθμός και η διάρκεια των αρδεύσεων, σύμφωνα με την μέθοδο FAO–56 Penman-Monteith και για τις δύο μεταχειρίσεις.

4.6. Συγκομιδή-Ξήρανση

Στης 19 Μαΐου πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή, καθώς τα φυτά βρισκόταν στο στάδιο της πλήρους άνθισης. Ο τρόπος συγκομιδής ήταν χειρονακτικός, χρησιμοποιώντας μικρά δρεπανάκια για την κοπή των ανθισμένων βλαστών. Το μέρος του φυτού που κόβονταν αποτελούνταν από ολόκληρη την ταξιανθία και κάτω από αυτήν ένα μέρος του βλαστού περίπου των 5 με 6 εκατοστών. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν μικρά δεματάκια ή «ματσάκια».

Για την ξήρανση μεταφέραμε τα φυτά σε υπόστεγο για να βρίσκονται υπό σκιά, όπου κρεμάστηκαν ανάποδα και παρέμειναν έως και την πλήρη ξήρανσή τους.

4.7. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη έρευνα αφορούσαν, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, μόνο δύο (2) από τις τέσσερις (4) μεταχειρίσεις του συνολικού πειράματος (πλήρης έρευνα) και αυτές ήταν η μεταχείριση που αρδεύτηκε με το 100% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας και εκείνη που δέχτηκε το 50% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας. Από κάθε επανάληψη των δύο μεταχειρίσεων επιλέχθηκε ένα τετραγωνικό μέτρο τυχαία και έγινε η συγκομιδή του. Έπειτα επιλέχθηκαν

τυχάια 10 φυτά, στα οποία έγιναν οι απαραίτητες μετρήσεις και στην συνέχεια η αναγωγή αυτών σε έκταση ενός στρέμματος. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν στο ύψος των φυτών, στο βάρος χλωρής και ξηρής παραγωγής (βιομάζα) και αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών. Ακολούθησε η στατιστική ανάλυση των δεδομένων για την εξαγωγή αποτελεσμάτων – συμπερασμάτων.

4.7.1 Ύψος φυτών

Την ημέρα της συγκομιδής (19/5/2017) πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις στο ύψος των φυτών στις δύο μεταχειρίσεις, για την παρατήρηση του ρυθμού ανάπτυξης στο τσάι του βουνού. Συνολικά μετρήθηκαν 30 φυτά από κάθε μεταχείριση. Το μέσο ύψος κάθε μεταχείρισης προέκυψε από το σύνολο των φυτών και των τριών επαναλήψεων.

4.7.2. Χλωρό και ξηρό βάρος

Την ημέρα της συγκομιδής πραγματοποιήθηκε σε ζυγαριά ακριβείας το ζύγισμα των δειγμάτων, για το ακριβές χλωρό βάρος. (εικ.12.)

Στην συνέχεια αφού τα φυτά δεματοποιήθηκαν σε δέσμες ακολούθησε η αποξήρανση των φυτών σε σκιερό, κλειστό θερμοκήπιο με ανοιγόμενα παράθυρα για 10 μέρες (εικ.13.). Τέλος μετά τις δέκα μέρες και την ξήρανση των φυτών ζυγίστηκε το ξηρό βάρος των δειγμάτων.



Εικόνα 12: Δέσμες τσαγιού για ζύγισμα



Εικόνα 13: Δεματοποίηση τσαγιού προς ζύγιση και ξήρανση

4.7.3. Υπολογισμός της αποδοτικότητας χρήσης αρδευτικού νερού(IWUE)

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της άρδευσης, όπως το είδος της καλλιέργειας, την ομοιομορφία της άρδευσης και η συνολική ποσότητα αρδευτικού νερού που εφαρμόστηκε από την καλλιέργεια. Η αποδοτικότητα της χρήσης του νερού ή αλλιώς WUE αποτελεί την πιο διαδεδομένη παράμετρο βάσει της οποίας μπορεί να αποδοθεί η αποτελεσματικότητα της άρδευσης συναρτήσει της παραγωγής της καλλιέργειας.

Μία έκφραση για τον υπολογισμό της αποδοτικότητας χρήσης αρδευτικού νερού,εισήγαγε ο Bos(1979),η οποία είναι:

$$WUE = \frac{(Y_{gi} - Y_{gd})}{(ET_i - ET_d)}$$

όπου:

WUE:είναι η αποδοτικότητα χρήσης νερού .(kg/m³),

Y_{gi}:είναι η οικονομική παραγωγή (kg/στρ.) για επίπεδο άρδευσης i,

Y_{gd}:είναι η παραγωγή (kg/στρ.) για επίπεδο μηδενικής άρδευσης,

ET_i:είναι η εξατμισοδιαπνοή (m³/στρ.) για επίπεδο άρδευσης i,

ET_d: είναι η εξατμισοδιαπνοή (m³/στρ.) για επίπεδο μηδενικής άρδευσης.

Συχνά σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές, η τιμή του Y_{gd} είναι ίση με 0. Σε τέτοιες περιπτώσεις εφαρμόζεται η WUE της άρδευσης (IWUE). Η (IWUE) ορίζεται ως:

$$IWUE = \frac{(Y_{gi} - Y_{gd})}{IRR_i}$$

όπου:

IWUE: είναι η αποδοτικότητα χρήσης νερού άρδευσης (kg/m^3) ,

IRR_i: η ποσότητα νερού άρδευσης που εφαρμόστηκε $(m^3/στρ.)$ για επίπεδο άρδευσης i .

4.7.4. Αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών

Για την ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων του τσαγιού ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Ομογενοποιήσαμε (φύλλα, άνθη, στέλεχος μαζί) 3 g δείγματος σε 100 ml βρασμένο αποσταγμένο νερό για 10 min και παραλάβαμε το εκχύλισμα με διήθηση. (Τα 3 g αντιστοιχούν σε μια δόση και τα 100 ml νερό αντιστοιχούν σε ένα φλιτζάνι, ενώ 10 min είναι ο χρόνος παραμονής του τσαγιού στο βρασμένο νερό).

Οι ολικές Φαινόλες εκφράστηκαν ως ισοδύναμο Γαλλικού οξέος με το αντιδραστήριο Folin και η αντιοξειδωτική ικανότητα εκφράστηκε ως Trolox ισοδύναμο αντιοξειδωτικής ικανότητας (TEAC) με την μέθοδο FRAP.

4.7.5. Στατιστική ανάλυση

Για την πραγματοποίηση της στατιστικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS. Επειδή έπρεπε να γίνει σύγκριση μεταξύ μέσων όρων κάθε φορά (μεταχειρίσεις 100% και 50%) για το χλωρό και ξηρό βάρος καθώς και για το ύψος των φυτών ενός παράγοντα που αφορούσε την ποσότητα άρδευσης, χρησιμοποιήθηκε η λειτουργία ONEWAYANOVA (statistics>descriptives, missing>analysis και posthoc=duncan>alpha (0.05)) του λογισμικού – στατιστικού πακέτου.

4.8. Κλιματικά δεδομένα

Για την μελέτη των κλιματικών δεδομένων πάρθηκαν δεδομένα από τον μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος(εικ. 4.4.), τα οποία αφορούσαν τις μετρήσεις της μέσης βροχόπτωσης και μέσης θερμοκρασίας του καλλιεργητικού έτους 2017 αλλά και μετρήσεις για την τελευταία 25ετία.

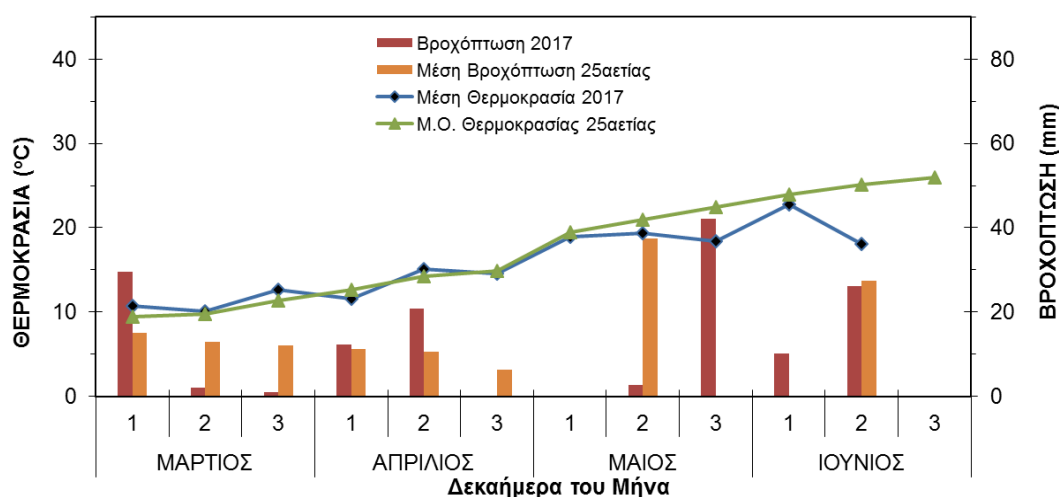


Εικόνα 14: μετεωρολογικός σταθμός αγροκτήματος

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Κλιματολογικά δεδομένα

Το διάγραμμα 1. δείχνει ποιες ήταν η μέση θερμοκρασία και ωφέλιμη βροχόπτωση την καλλιεργητική περίοδο 2017 κατά την διάρκεια του πειράματος στην περιοχή του Βελεστίνο, και τις μέσες τιμές θερμοκρασίας και βροχοπτώσεων της τελευταίας 25αετίας.



Διάγραμμα 1: Μέσοι όροι θερμοκρασίας και βροχόπτωσης Μαΐου-Ιουνίου 2017 και των τελευταίων 25 ετών (ανά 10 ήμερο)

Κάποια συμπεράσματα που μπορούμε να παρατηρήσουμε από το διάγραμμα είναι ότι η βροχόπτωση το 2017 βρίσκεται στα πλαίσια της μέσης βροχόπτωσης της 25ετίας για κάθε μήνα, ωστόσο υπάρχει μια διαφοροποίηση στη συχνότητα της από δεκαήμερο σε δεκαήμερο για κάθε μήνα, κάτι όμως που δεν επηρεάζει την αρδευόμενη καλλιέργεια του τσαγιού.

Σε ότι αφορά τη θερμοκρασία, αυτή κινήθηκε “αναλογικά” σε σχέση με τη Μ.Θ. της 25ετίας. Μπορεί να εξαιρεθεί το 3^ο 10ήμερο του Μαΐου και τα πρώτα δύο δεκαήμερα του Ιουνίου όπου παρατηρήθηκε πτώση της θερμοκρασίας.

Οι βροχοπτώσεις και οι θερμοκρασίες μέχρι τη συγκομιδή (15/05/2017) κινήθηκαν σε ευνοϊκά πλαίσια για την καλλιέργεια. Οι αυξημένες βροχοπτώσεις, καθώς και οι χαμηλές για την εποχή θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν το τρίτο δεκαήμερο του Μαΐου και στη συνέχεια σχεδόν όλο

τον Ιουνίου, δεν επηρέασαν την ανάπτυξη, απόδοση και ποιότητα της καλλιέργειας του τσαγιού μιας και σημειώθηκαν αμέσως μετά την συγκομιδή.

Λόγω συνθηκών χαμηλού υψομέτρου συγκομίσαμε σχετικά πρώιμα και έτσι αποφύγαμε της δυσμενείς επιπτώσεις των υψηλών βροχοπτώσεων στα τέλη του Μαΐου. Αξίζει να σημειωθεί, πως σε επίπεδο νομού, η φετινή χρονιά (καλλιεργητική περίοδος 2017) ήταν πολύ χαμηλής ποιότητας σε ότι αφορά την καλλιέργεια του τσαγιού μιας και επηρεάστηκε αρνητικά από της υψηλές βροχοπτώσεις του Μαΐου, διότι σε συνθήκες “βουνού” η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στα τέλη Μαΐου με αρχές Ιουνίου.

5.2 Εφαρμογή άρδευσης

Η ποσότητα νερού που εφαρμόστηκε, ο αριθμός και η διάρκεια των αρδεύσεων και για τις δύο μεταχειρίσεις (50%,E100%), σύμφωνα με την μέθοδο Penman-Monteith κατά FAO–56, φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Πρόγραμμα άρδευσης 2017. FAO–56 Penman-Monteith (Allen et al., 1998)

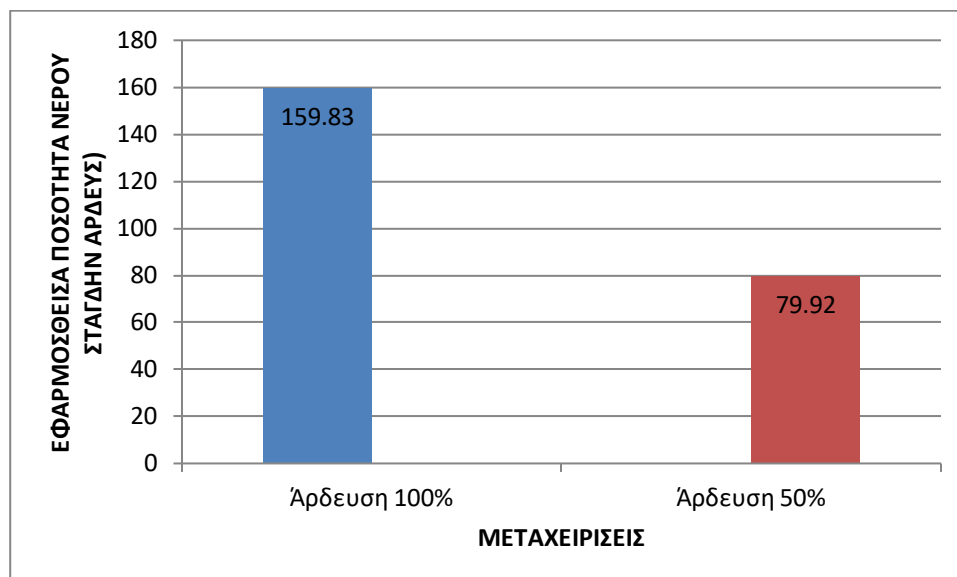
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2017	Ημέρες από τη Φύτευση 24/3/17	Eo mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B 0,8*(5) mm	kc	Εξατμ/πνοή Καλλιέργειας In=ETc - ΩB (ETc=Eo*Kc) (4)*(7)-(6) mm	Καθαρές ανάγκες Ida=In(100%) (11) mm	Σταλάκτης ανά φωτό n=St/2*Se	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(q*n)/(St*Sr) mm/h	Διάρκεια άρδευσης 100% It= Ida(100%)/Idh	Σταγόνα 50cm	Σταγόνα 50cm 75%	Σταγόνα 50cm 50%
24/3/2017	83	0	3,46	0,0	0	0,95	3,29		1	16	0,00			
25/3/2017	84	1	3,59	0,0	0	0,95	3,41		1	16	0,00			
26/3/2017	85	2	3,60	0,0	0	0,95	3,42		1	16	0,00			
27/3/2017	86	3	0,81	1	0,8	0,95	-0,03		1	16	0,00			
28/3/2017	87	4	2,58	0	0	0,95	2,45		1	16	0,00			
29/3/2017	88	5	3,22	0,0	0	0,95	3,06		1	16	0,00			
30/3/2017	89	6	3,21	0,0	0	0,95	3,05		1	16	0,00			
31/3/2017	90	7	2,80	0,0	0	0,95	2,66		1	16	0,00			
1/4/2017	91	8	3,24	0,0	0	0,95	3,08		1	16	0,00			
2/4/2017	92	9	3,48	0,0	0	0,95	3,31		1	16	0,00			
3/4/2017	93	10	1,31	0,2	0,16	0,95	1,08		1	16	0,00			
4/4/2017	94	11	2,86	0,0	0	0,95	2,72		1	16	0,00			
5/4/2017	95	12	2,43	5,2	4,16	0,95	-1,85		1	16	0,00			
6/4/2017	96	13	2,95	0,00	0	0,95	2,80		1	16	0,00			
7/4/2017	97	14	2,66	6,60	5,28	0,95	-2,75		1	16	0,00			
8/4/2017	98	15	2,97	0,2	0,16	0,95	2,66		1	16	0,00			
9/4/2017	99	16	3,28	0,00	0	0,95	3,12		1	16	0,00			
10/4/2017	100	17	3,38	0,00	0	0,95	3,21		1	16	0,00			
11/4/2017	101	18	3,53	1,60	1,28	0,95	2,07		1	16	0,00			
12/4/2017	102	19	3,62	0,00	0	0,95	3,44		1	16	0,00			
13/4/2017	103	20	3,53	0,0	0	0,95	3,35		1	16	0,00			
14/4/2017	104	21	3,98	0,0	0	0,95	3,78		1	16	0,00			
15/4/2017	105	22	4,16	0,00	0	0,95	3,95		1	16	0,00			
16/4/2017	106	23	3,37	0,00	0	0,95	3,20		1	16	0,00			
17/4/2017	107	24	0,74	19,20	15,36	0,95	-14,66		1	16	0,00			
18/4/2017	108	25	3,60	0,00	0	0,95	3,42		1	16	0,00			
19/4/2017	109	26	4,18	0,00	0	0,95	3,97		1	16	0,00			
20/4/2017	110	27	4,93	0,00	0	0,95	4,68		1	16	0,00			
21/4/2017	111	28	3,98	0,00	0	0,95	3,78		1	16	0,00			
22/4/2017	112	29	4,29	0,00	0	0,95	4,08		1	16	0,00			
23/4/2017	113	30	3,76	0,00	0	0,95	3,57		1	16	0,00			
24/4/2017	114	31	4,17	0,00	0	0,95	3,96	67,33	1	16	4,21			
25/4/2017	115	32	3,62	0,00	0	0,95	3,44		1	16	0,00			
26/4/2017	116	33	3,77	0,00	0	0,95	3,58		1	16	0,00			
27/4/2017	117	34	4,02	0,00	0	0,95	3,82		1	16	0,00			
28/4/2017	118	35	4,39	0,00	0	0,95	4,17		1	16	0,00			
29/4/2017	119	36	3,66	0,00	0	0,95	3,48		1	16	0,00			
30/4/2017	120	37	3,81	0,20	0,16	0,95	3,46		1	16	0,00			
1/5/2017	121	38	3,71	0,00	0	0,95	3,52	25,91	1	16	1,62	0h 06'	0h 05'	0h 03'
2/5/2017	122	39	4,29	0,00	0	0,95	4,08		1	16	0,00			
3/5/2017	123	40	4,40	0,00	0	0,95	4,18		1	16	0,00			
4/5/2017	124	41	4,47	0,00	0	0,95	4,25		1	16	0,00			
5/5/2017	125	42	5,46	0,00	0	0,95	5,19		1	16	0,00			
6/5/2017	126	43	5,46	0,00	0	0,95	5,19		1	16	0,00			
7/5/2017	127	44	5,49	0,00	0	0,95	5,22		1	16	0,00			
8/5/2017	128	45	5,53	0,00	0	0,95	5,25	31,62	1	16	1,98	0h 11'	0h 08'	0h 06'
9/5/2017	129	46	3,89	0,00	0	0,95	3,70		1	16	0,00			
10/5/2017	130	47	3,25	0,20	0,16	0,95	2,93		1	16	0,00			
11/5/2017	131	48	3,13	0,00	0	0,95	2,97		1	16	0,00			
12/5/2017	132	49	3,70	0,00	0	0,95	3,52		1	16	0,00			
13/5/2017	133	50	5,14	0,00	0	0,95	4,88		1	16	0,00			
14/5/2017	134	51	6,04	0,00	0	0,95	5,74		1	16	0,00			
15/5/2017	135	52	4,68	0,00	0	0,95	4,45	28,99	1	16	1,81	0h 03'	0h 02'	0h 01'
16/5/2017	136	53	1,11	0,00	0	0,95	1,05		1	16	0,00			
17/5/2017	137	54	1,77	0,20	0,16	0,95	1,52		1	16	0,00			
18/5/2017	138	55	0,94	2,40	1,92	0,95	-1,03		1	16	0,00			
19/5/2017	139	56	4,06	0,00	0	0,95	3,86		1	16	0,00			

Στον παραπάνω Πίνακα 5 φαίνεται ότι έγιναν πέντε αρδεύσεις μέχρι την συγκομιδή, για την αναπλήρωση των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό. Επίσης από τον Πίνακα 5 υπολογίζονται η εφαρμοσθείσα ποσότητα νερού άρδευσης ανά μεταχείριση, η ποσότητα νερού που δέχτηκε η καλλιέργεια μέσω της ωφέλιμης βροχόπτωσης και η συνολική ποσότητα νερού που δέχτηκε η καλλιέργεια που ισούται με το άθροισμα των δύο προηγούμενων.

Πίνακας 6: Ποσότητες νερού των μεταχειρίσεων.(mm)

	Μεταχειρίσεις	
	50%	100%
εφαρμοσθείσα ποσότητα νερού άρδευσης(mm)	159,83	79,92
ωφέλιμη βροχόπτωση(mm)	29,6	29,6
Σύνολο(mm)	189,43	109,52

Οι ποσότητες νερού που εφαρμόστηκαν στην στάγδην άρδευση στις δύο μεταχειρίσεις, χωρίς να συμπεριλαμβάνεται η ωφέλιμη βροχόπτωση φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα 2

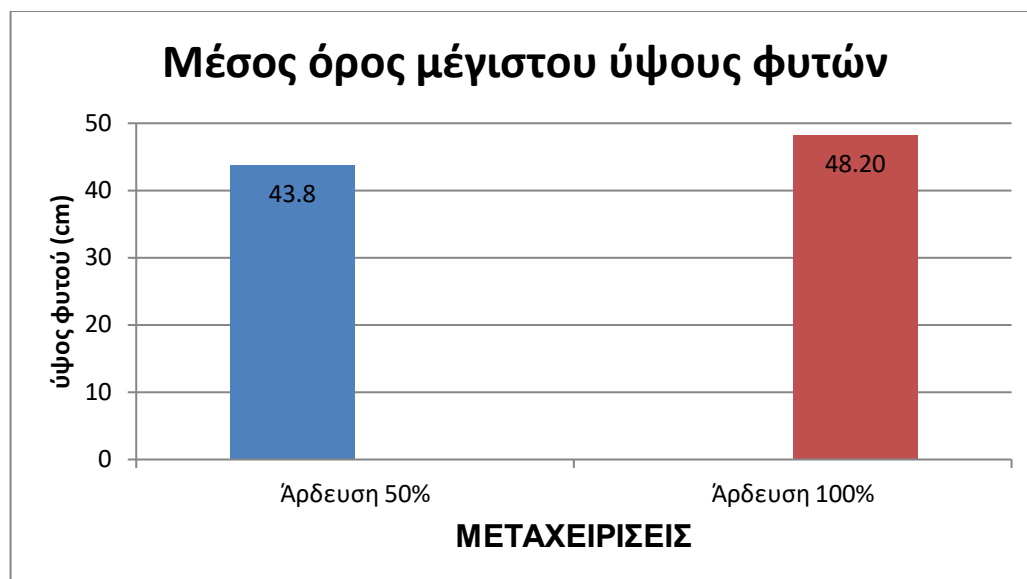


Διάγραμμα 2: Εφαρμοσθείσες ποσότητες νερού στάγδην άρδευσης(mm)

5.3. Αποτελέσματα ανάλυσης ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας

5.3.1 Ύψος Φυτών

Την ημέρα της συγκομιδής της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκαν και οι μετρήσεις στο ύψος των φυτών, των δύο μεταχειρίσεων καθώς τότε οι ταξιανθίες έχουν το μέγιστο ύψος τους. Στο διάγραμμα 3 φαίνεται ότι, το μέσο ύψος των φυτών, στη μεταχείριση με δόση άρδευσης στην οποία καλύπτεται το 50% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας έφτασε τα 43,8 cm ενώ στη δεύτερη μεταχείριση στην οποία καλύπτεται το 100% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας έφτασε τα 48,20 cm.



Διάγραμμα 3: Μέσος όρος μέγιστου ύψους φυτών για κάθε μεταχείριση

Όπως παρατηρούμε, ως προς την ανάπτυξη των φυτών, η μεταχείριση 100% προσφέρει φυτά με μεγαλύτερο μέσο όρο ύψους σε σχέση με την μεταχείριση 50%. Φαίνεται λοιπόν πως τα φυτά αντιδρούν ευνοϊκά στην εφαρμογή άρδευσης και η ανάπτυξή τους επηρεάζεται από αυτήν

Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων που αφορούν το ύψος των φυτών, μετά την στατιστική επεξεργασία:

Πίνακας 7: Μέσος όρος και Σημαντικότητα του ύψους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων

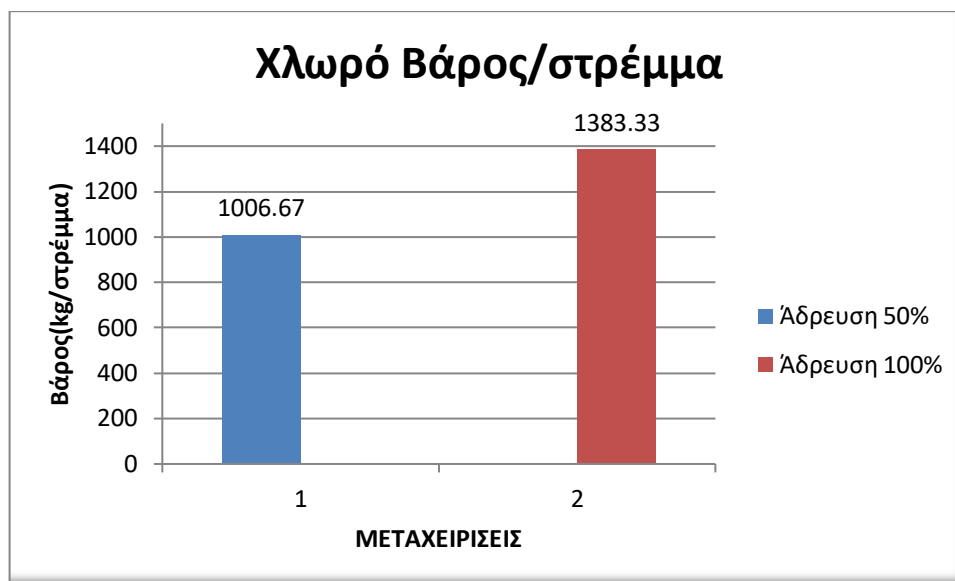
Ημερομηνία μέτρησης	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι επαναληπτικών μετρήσεων(cm)	Σημαντικότητα
19/05/2017			0,259
	50%	43,80	
	100%	48,20	

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται πως δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% μεταξύ των μεταχειρίσεων.

5.3.2 Μέτρηση χλωρού και ξηρού βάρους.

Την ημέρα της κοπής των φυτών έγιναν και οι μετρήσεις για το χλωρό βάρος ενώ 10 μέρες αργότερα πραγματοποιήθηκαν και οι μετρήσεις για το ξηρό βάρος. Βλέποντας τα αποτελέσματα στα διαγράμματα 4 και 5 μπορούμε να πούμε ότι η απόδοση των καλλιεργειών είναι αρκετά ικανοποιητική σε σχέση με την μέγιστη απόδοση που επιτυγχάνεται από ένα στρέμμα συγκριτικά με τις αποδόσεις των φυτών με την κοινή καλλιεργητική πρακτική σε μεγάλο υψόμετρο χωρίς άρδευση. Μετά από την καταγραφή των μετρήσεων έγινε υπολογισμός σε βάρος (kg) / στρέμμα.

Στο διάγραμμα 4 παρατηρούμε το μέσο όρο του συνολικού χλωρού βάρους από κάθε μεταχείριση. Βλέπουμε ότι υπάρχει διαφορά στο χλωρό βάρος μεταξύ των μεταχειρίσεων και παρατηρείτε στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Η μεταχείριση με το 50% άρδευση έχει συνολικό βάρος 1.006 Kg/στρέμμα και η μεταχείριση με 100% άρδευση 1.383 Kg/στρέμμα.



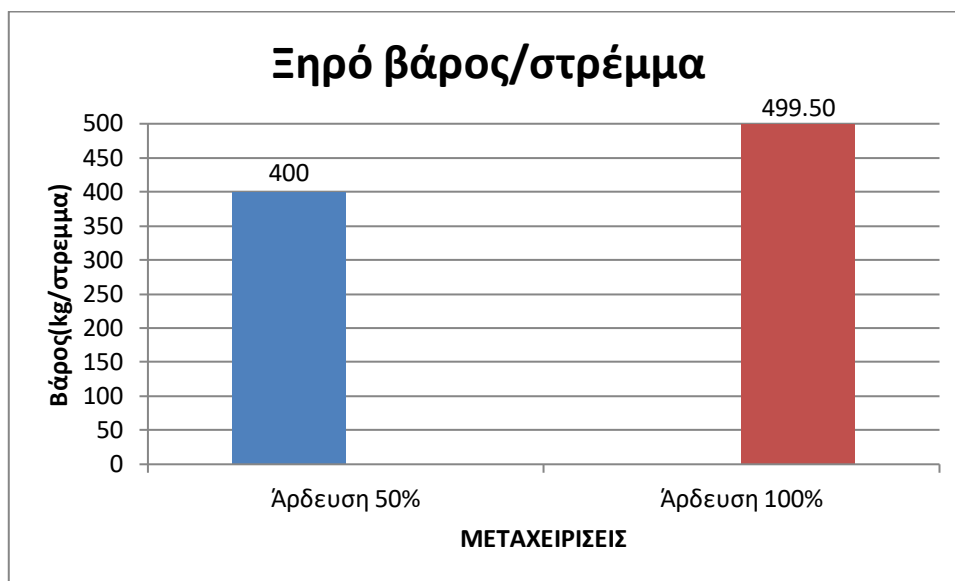
Διάγραμμα 4: Συνολικό χλωρό βάρος

Στον πίνακα 8 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων του χλωρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων και η σημαντικότητα μετά την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 8: Μέσος όρος και Σημαντικότητα του χλωρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων

Ημερομηνία μέτρησης	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι επαναληπτικών μετρήσεων (kg/στρ)	Σημαντικότητα
19/05/2017			0,032
	50%	1.006,67	
	100%	1.383,33	

Στο διάγραμμα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων για το ξηρό βάρος. Και σε αυτήν την περίπτωση όπως και στο χλωρό βάρος παρατηρείτε στατιστικώς σημαντική διαφορά σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% στο συνολικό ξηρό βάρος των 2 μεταχειρίσεων. Η μεταχείριση 50% έχει συνολικό βάρος ξηρής παραγωγής 400Kg/στρέμμα και η μεταχείριση 100% έχει 499,5Kg/στρέμμα.



Διάγραμμα 5: Ξηρό βάρος/στρέμμα

Παρατηρείται ότι, όπως και στο συνολικό χλωρό βάρος, έτσι και στο ξηρό η μεταχείριση 100% έχει μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση 50%.

Η υπεροχή του ξηρού βάρους στην μεταχείριση 100% όπως συμβαίνει και στο χλωρό βάρος της παραγωγής της καλλιέργειας εξηγείται από το πώς επηρεάζει ο παράγοντας νερό την ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας.

Τα αποτελέσματα αυτά επαληθεύονται και από τα δυο προηγούμενα χρόνια της έρευνας μιας και οι αντίστοιχες μεταχειρίσεις μας έδωσαν ανάλογα αποτελέσματα.

Στον πίνακα 9 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ξηρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων για την καλλιεργητική περίοδο 2017.

Πίνακας 9: Μέσος όρος και Σημαντικότητα του ξηρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων

Ημερομηνία μέτρησης	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι επαναληπτικών μετρήσεων (kg/στρ)	Σημαντικότητα
29/05/2017			0,026
	50%	400	
	100%	499,5	

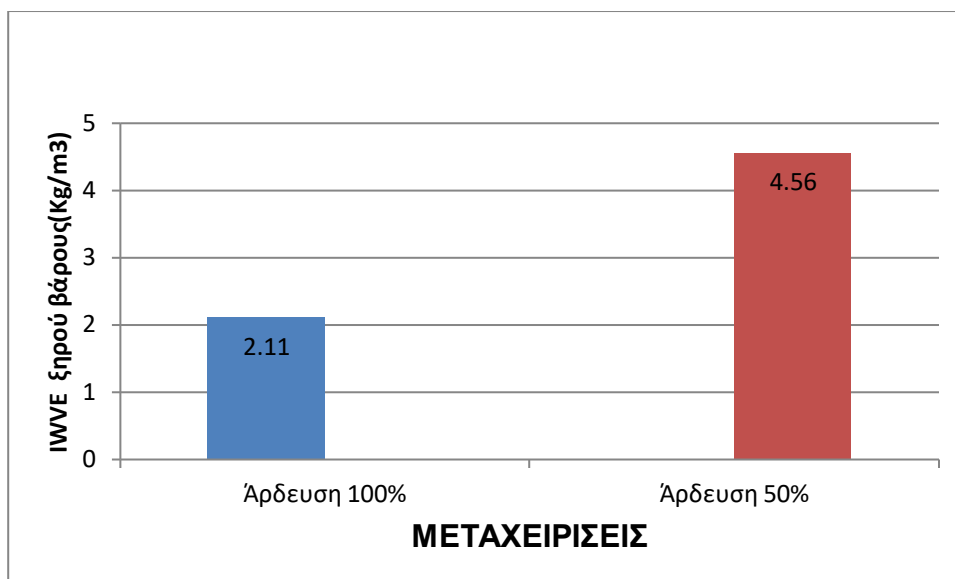
3.5.3 Αποτελεσματικότητα χρήσης αρδευτικού νερού (IWUE)

Στον παρακάτω Πίνακα 10 φαίνεται, η παραγωγή ξηρού βάρους και η ποσότητα άρδευσης που χρησιμοποιήθηκε ανά μεταχείριση.

Πίνακας 10: Ξηρό βάρος καλλιέργειας και ποσότητα νερού ανά μεταχείριση άρδευσης

Μεταχείριση άρδευσης	Ξηρό βάρος (kg/στρέμμα)	Ποσότητα αρδευτικού νερού ανά μεταχείριση (mm)
50%	400	189,43
100%	499,50	109,52

Για τον υπολογισμό της αποδοτικότητας χρήσης νερού της καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση του Boss από την παράγραφο 4.7.3, με αριθμητή την παραγωγή ξηρού βάρους και παρονομαστή την ποσότητα νερού που εφαρμόστηκε. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα 6:

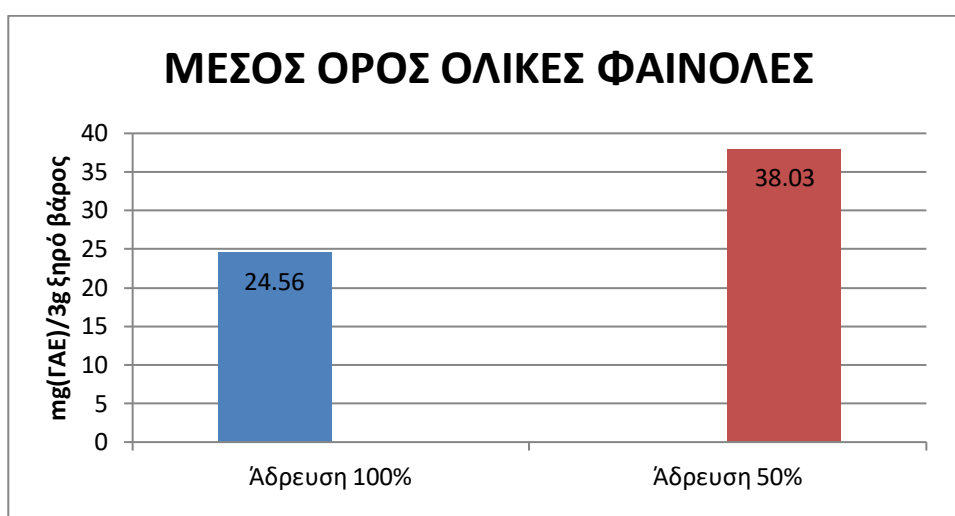


Διάγραμμα 6: Μέσοι όροι της αποδοτικότητας χρήσης νερού της καλλιέργειας βάσει της παραγωγής σε ξηρό βάρος (kg/m^3) στις αρδευόμενες μεταχειρίσεις.

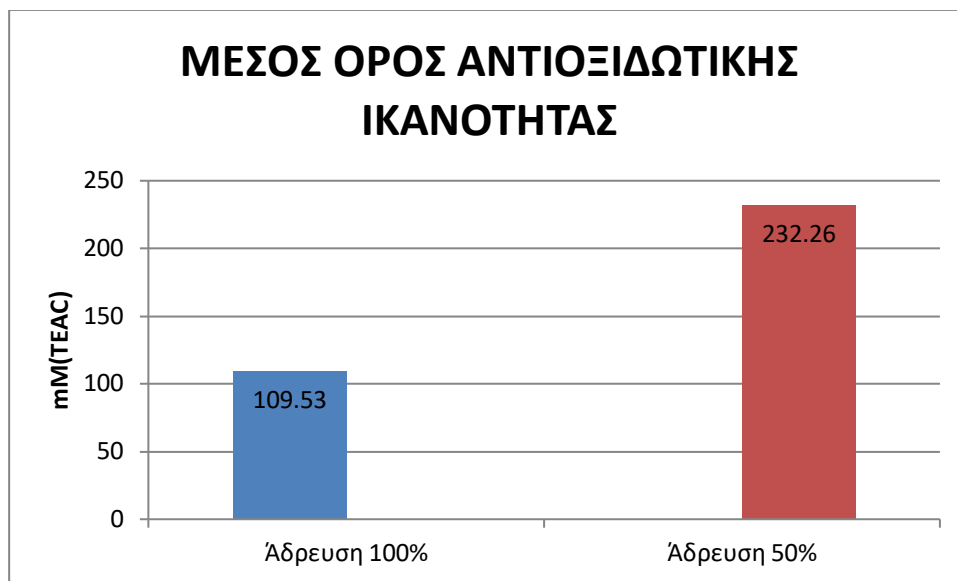
Η αποτελεσματικότητα χρήσης αρδευτικού νερού είναι μεγαλύτερη στη μεταχείριση 50%, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα. Η μεταχείριση 50% εφαρμόζει αποδοτικότερα το νερό της άρδευσης.

5.3.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας

Στο διάγραμμα 7 και 8 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι από τις ολικές φαινόλες και την αντιοξειδωτική ικανότητα (FRAP) και των δύο μεταχειρίσεων της καλλιέργειας. Παρατηρούμε ότι στη μεταχείριση της ελλειμματικής άρδευσης 50%, οι μέσοι όροι στις ολικές φαινόλες και στην αντιοξειδωτική ικανότητα υπερéχουν σε σχέση με την μεταχείριση πλήρης άρδευσης 100 %. Αυτό είναι πολύ ενθαρρυντικό μιας και το συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως με την ελλειμματική άρδευση πετυχαίνουμε εκτός από την εξοικονόμηση αρδευτικού νερού και καλύτερη ποιότητα παραγωγής.



Διάγραμμα 7: Μέσοι όροι σε περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες των δύο μεταχειρίσεων



Διάγραμμα 8: Μέσοι όροι της αντιοξειδωτικής ικανότητας των δύο μεταχειρίσεων

Στον πίνακα 11 παρουσιάζονται οι ολικές Φαινόλες και η αντιοξειδωτική Ικανότητα (FRAP) και των τριών επαναλήψεων των δύο μεταχειρίσεων της καλλιέργειας αναλυτικά.

Πίνακας 11: Ολικές Φαινόλες και Αντιοξειδωτική Ικανότητα (FRAP)

2017		
Δείγματα	TP(Ολικές Φαινόλες) mg (GAE) /3 g ξηρό βάρος	Αντιοξειδωτική Ικανότητα FRAP mM (TEAC)
A50%	33.29	174.9
A50%	33.86	187.5
A50%	33.16	198.6
B50%	33.67	210.6
B50%	34.49	233.4
B50%	34.05	217.8
Γ50%	46.46	306.3
Γ50%	47.09	285.6
Γ50%	46.20	275.7
A100%	18.04	94.8
A100%	18.67	91.5
A100%	17.41	86.1
B100%	25.32	99.6
B100%	25.19	114.0
B100%	24.68	106.2
Γ100%	31.71	142.5
Γ100%	30.32	130.5
Γ100%	29.75	120.6

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην συγκεκριμένη έρευνα όπου μελετήθηκε η επίδραση διαφορετικών δόσεων άρδευσης στην καλλιέργεια του αρωματικού φυτού «τσάι του βουνού» σε χαμηλό υψόμετρο, τα συμπεράσματα που εξάγονται είναι τα παρακάτω:

Ότι η καλλιέργεια του τσαί του βουνού είναι αποτελεσματική και σε χαμηλό υψόμετρο με την προϋπόθεση ότι αρδεύεται, παρότι πρόκειται για φυτό που είθισται να καλλιεργείται σε συνθήκες μεγάλων υψομέτρων.

Δεν έχει πολλές απαιτήσεις σε καλλιεργητικές φροντίδες και φυτοπροστασία, όπως άλλες καλλιέργειες και το κυριότερο πρόβλημα που θα πρέπει να αντιμετωπιστεί είναι η καταπολέμηση των ζιζανίων.

Η επιφανειακή στάγδην άρδευση αποτελεί μία αποτελεσματική μέθοδος για την άρδευση της καλλιέργειας σε χαμηλο υψόμετρο, καθώς επιτυγχάνεται άμεση διοχέτευση του αρδευτικού νερού απευθείας στην επιφάνεια του φυτού διατηρώντας την τιμή της εδαφικής υγρασίας μετά το πέρας της κάθε εφαρμογής.

Οι αποδόσεις και των δύο μεταχειρίσεων σε χλωρή και ξερή βιομάζα είναι αυξημένη σε σχέση με τις μέγιστες αναμενόμενες αποδόσεις της καλλιέργειας καθώς βρισκόμαστε στην τρίτη καλλιεργητική περίοδο δηλαδή στο ποιο αποδοτικό έτος της καλλιέργειας.

Η μεταχείριση της πλήρους άρδευσης έδωσε τόσο για το ύψος όσο και για το χλωρό και ξηρό βάρος μεγαλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την μεταχείριση της ελλειμματικής άρδευσης. Από την διακύμανση των μετρήσεων και μέσω της στατιστικής ανάλυσης που έγινε στα χαρακτηριστικά παραγωγής τόσο για το χλωρό όσο και για το ξηρό βάρος παρατηρούμε ότι παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Για τις μετρήσεις του ύψους δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.

Στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας που μελετήθηκαν, οι ολικές φαινόλες και η αντιοξειδωτική ικανότητα (FRAP), υπερέχουν στην μεταχείριση της ελλειμματικής άρδευσης 50% έναντι της πλήρους άρδευσης 100%.

Από την μελέτη της αποδοτικότητας χρήσης αρδευτικού νερού, προκύπτει ότι το νερό χρησιμοποιήθηκε αποδοτικότερα από την καλλιέργεια με την εφαρμογή της επιφανειακής ελλειμματικής άρδευσης.

Ένα γενικότερο συμπέρασμα είναι ότι η εφαρμογή επιφανειακής ελλειμματικής άρδευσης επιφέρει εξοικονόμηση αρδευτικού νερού, καλύτερη ποιότητα παραγωγής και καλές αποδόσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Αυλογιάρης Η., 2016. Αποτελέσματα της ανάπτυξης του φυτού "Τσάι του Βουνού" σε χαμηλό υψόμετρο με την εφαρμογή άρδευσης(πρώτη καλλιεργητική περίοδος). Πτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Γαβριέλη, Χ. 2006. Φυτικοχημική και Φαρμακολογική Μελέτη του Φυτού *Sideritisraeseri*ssp. *raeseri* «Τσάι του Βουνού». Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο:Γάκης, Κ. Μ. 2016. Συγκριτική μελέτη των χημικών συστατικών φυτικών ειδών του γένους *Sideritis* L.(*S. scardica*, *S. perfoliata*, *S. raeseri*). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.
- Γεννάδιος Π., 1959. Λεξικόν Φυτολογικόν, Γκιούρδα.
- Γιουβάνης Βασίλειος και Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μαρία (2017). Τσάι του βουνού στον κάμπο με ελεγχόμενη άρδευση. Λύκειο των Ελληνίδων Βόλου, Επιστημονική Συνάντηση (Ημερίδα). Βόλος Μαγνησίας, Ελλάδα, Μάιος 2017.
- Γκόλιαρης Α. 1984. Το Τσάι του βουνού, από αυτοφυές τώρα στην καλλιέργεια. Υπουργείο Γεωργίας " Τα Αγροτικά" Τεύχος 16 : 29-31.
- Δόρδας, Χ. 2012. Αρωματικά – φαρμακευτικά φυτά. Εκδ. Σύγχρονη παιδεία. Θεσσαλονίκη.
- Καραχασάνη Αρχοντία, Γεωγραφική και βοτανική ταξινόμηση ειδών Σιδερίτη
- Κατσιώτης, Σ.Θ. και Χατζοπούλου Π.Σ. (2016). Αρωματικά φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια Παραγωγή, επεξεργασία, μεταποίηση, αξιοποίηση, διεθνείς αγορές, αρωματοθεραπεία, αρωματοποιία. Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- Μαλούπα, Ε. 2014. Διατήρηση και αξιοποίηση των ελληνικώναρωματικών και φαρμακευτικών ειδών. Ημερίδα «Υγρότοποι Και Γεωργία: Συνεργασία & Ανάπτυξη»Φορέας Διαχείρισης Δέλτα Νέστου-Βιστωνίδας-Ισμαρίδας, Κομοτηνή, 3-2-2014.

- Μαλούπα, Ε., Γρηγοριάδου, Α., Λάζαρη, Δ., Κρίγκας, Ν. 2013. Καλλιέργεια, μεταποίηση και διασφάλιση ποιότητας των ελληνικών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών: Βασικές αρχές καθετοποιημένης παραγωγής. Καβάλα.
- Μήτσιος, Ι., Τούλιος Μ., Χαρούλης Α., Γάτσιος Φ. και Φλωράς Σ., 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός Χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεσίνου. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα.
- Οικονόμου Ν., 2016. Ευφυής έλεγχος με ασαφή λογική για τον αυτοματισμό ενός συστήματος άρδευσης. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Παναγιώτου Λ., 2016. Πειραματική διερεύνηση ανάπτυξης του φυτού “τσάι του βουνού” με την εφαρμογή άρδευσης (1η καλλιεργητική περίοδος). Πτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1984. Αρχές και Πρακτική των Αρδεύσεων. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Καλφούντζος, Δ. και Παπανίκος, Ν. (2000). Αξιολόγηση της επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 2ου Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος, σελ. 157-164.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Παπαλέξης, Δ. Δαναλάτος, Ν. Βουλτσάνης Π. και Νάκος, Ν. (2003). Επίδραση επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της ενεργειακής καλλιέργειας του σόργου στην κεντρική Ελλάδα. 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 183 - 190.
- Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη Μ., 2003. «Σημειώσεις αρδεύσεων>Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.
- Σαμαράς, Γ.Χ. 2003. Βελτιστοποίηση της καλλιέργειας τσάι του βουνού (*Sideridisraeseri*) στο χωριό Βρύναινα Μαγνησίας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

- Σαρλής, Γ.Π. 1994. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδ. Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Σιάφης Κωνσταντίνος, 2017. Εφαρμογή άρδευσης στο τσάι του βουνού (*Sideritis raeseri*) (2η Καλλιεργητική περίοδος) Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Σιούλας, Δ. και Σχιζοδήμου, Α. (2015). Τσάι του Βουνού (*Sideritis* spp). Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: <http://www.polkarag.gr/tsai>
- Σκλαβούνος Κ., 2016. Πλήρης και ελλειμματική άρδευση του φυτού “Τσάι του Βουνού” στον Θεσσαλικό κάμπο (πρώτη καλλιεργητική περίοδος). Πτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Σκρουμπής Βύρων 1985, Αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια, ΓΙΑΧΟΥΔΗ-ΓΙΑΠΟΥΛΗ Ο.Ε., ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ σελ 190.
- Τερζίδης, Α. Γ. και Παπαζαφειρίου, Γ. Ζ. (1997). Γεωργική υδραυλική. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ. 227.
- Χατζοπούλου, Π. 2012. Προστασία και Βιώσιμη Αξιοποίηση των Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών. Η περίπτωση του τσαγιού του Ολύμπου. Επιμορφωτικό Πρόγραμμα Δια Βίου Μάθησης για την Εκπαίδευση και την Αειφορία για ενηλίκους «Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά και αειφορική διαχείρισή τους». Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Κισσάβου – Ελασσόνας.
-

Ξενόγλωσση

- Alcaraz, M.J., and M. Tordera. 1988. Studies on the gastric anti-ulcer activity of hypolaetin-8-glucoside. *Phytotherapy Research* 2:85-88.
- Aligiannis N., E. Kalpoutzakis, I. B. Chinou, and S. Mitakou, 2001 E. Gikas and A. Tsarbopoulos, 2001. Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils of Five Taxa of *Sideritis* from Greece *J. Agric. Food Chem.*,
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, Food and Agriculture Organization of

the United Nations, Rome, Italy.

- Bos M.G. & Nugteren J. 1974. (3rd edition 1982), On Irrigation Efficiencies. Publication 19, ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- Charami M.T., Lazari D., Karioti A., Skaltsa H., Hadjipavlou-Litina D., and Souleles C.,2008. Antioxidant and Antiinflammatory Activities of *Sideritis perfoliata* subsp. *Perfoliata* (Lamiaceae), *Phytother. Res.* 22,
- Chartzoulakis, K., Bertaki, M., 2015. Sustainable Water Management in Agriculture under Climate Change. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 4, 88–98.
- González-Burgos, E., Carretero, M. E., Gómez-Serranillos, M. P. 2011. *Sideritis* spp.: uses, chemical composition and pharmacological activities—a review. *Journal of ethnopharmacology*
- Flocq, Voyadjis, Iconomou. 1981. Etude chimique de *Sideritis scardica*. University of Thessaloniki.
- Fokialakis N., Kalpoutzakis E., Tekwani B.L., Khan S.I., Kobaisy M., Skaltsounis A.L., Duke O.,2007. Evaluation of the antimalarial and antileishmanial activity of plants from the Greek island of Crete, *J. Nat. Med.*,
- Gabrieli C., E. Kokkalou. 1990. A Glucosylated Acylflavone from *Sideritis raeseri*. *Phytochemistry*, Vol. 29, No. 2 pp. 681–683.
- Giouvanis V., Sklavounos K., Avlogiaris I., Papanikolaou C., Wogiatzi E. and Sakellariou – Makrantonaki M., 2017. Full and deficit irrigation of “Mountain Tea” plant, at low altitude (first growing season). 15th International Conference on Environmental Science and Technology Rhodes, Greece, 31 August to 2 September (in press).
- Gonzalez-Burgos E., Carretero M.E., Gomez-Serranillos M.P.,2011. *Sideritis* spp.: Uses, chemical composition and pharmacological activities A Review, *Journal of Ethnopharmacology*, 135,209–225.
- Petreska, J., Stefova, M., Ferreres, F., Moreno, D. A., Tomás-Barberán, F. A., Stefkov, G., ... & Gil-Izquierdo, A. 2011a. Potential bioactive phenolics of Macedonian *Sideritis* species used for medicinal “Mountain Tea”. *FoodChemistry*, 125(1),
- Kassi, E., Z. Papoutsis, N. Fokialakis, I. Messari, S. Mitakou, and P.

Moutsatsou. 2004. Greek plant extracts exhibit selective estrogen receptor modulator (SERM)-like properties. J. Agric. Food Chem. 52:6956-6961.

- Koedam A. 1986. Volatile Oil Composition of Greek Mountain Tea *Sideritis* spp. J. Sci. Food Agric.,
- Rana, G., and Katerji, N. (2000). Measurement and estimation of actual evapotranspiration in the field under Mediterranean climate: A review. European Journal of Agronomy, 13, 125–153
- Sakellariou-Makrantonaki, M., Kalfountzos, D., Vyrilas, P. and Kapetanios, B. (2002). Water saving using modern irrigation methods. Hydorrora 2002, pp 96–102.
- Vasileios A. Giouvanis, Christos D. Papanikolaou, Dimitrios S. Dimakas, Maria A. Sakellariou-Makrantonaki (2018) Deficit Drip Irrigation in Organic Cultivation of Aromatic Plant. ICAWCIP 2018 : 20th International Conference on Agricultural Water Conservation and Irrigation Practices, Berlin Germany May 21-22 2018, 20 (5) Part XIX

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ONEWAY IPSOS BY TREATMENTS

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/PLOT MEANS

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=TUKEY DUNCAN ALPHA(0.05) .

Oneway

Descriptives

IPSOS

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	30	37,5667	9,81443	1,79186	33,9019	41,2314	22,00	58,00
2,00	30	43,8000	9,43362	1,72233	40,2774	47,3226	27,00	61,00
3,00	30	46,1667	9,11642	1,66442	42,7625	49,5708	33,00	64,00
4,00	30	48,2000	8,61194	1,57232	44,9842	51,4158	35,00	63,00
Total	120	43,9333	9,97790	,91085	42,1298	45,7369	22,00	64,00

ANOVA

IPSOS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1912,333	3	637,444	7,443	,000
Within Groups	9935,133	116	85,648		
Total	11847,467	119			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:IPSOS

(I) TREATMENTS (J) TREATMENTS			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	1,00	2,00	-6,23333*	2,38953	,050	-12,4620	-,0046
		3,00	-8,60000*	2,38953	,003	-14,8287	-2,3713
		4,00	-10,63333*	2,38953	,000	-16,8620	-4,4046
	2,00	1,00	6,23333*	2,38953	,050	,0046	12,4620
		3,00	-2,36667	2,38953	,755	-8,5954	3,8620
		4,00	-4,40000	2,38953	,259	-10,6287	1,8287
	3,00	1,00	8,60000*	2,38953	,003	2,3713	14,8287
		2,00	2,36667	2,38953	,755	-3,8620	8,5954
		4,00	-2,03333	2,38953	,830	-8,2620	4,1954
	4,00	1,00	10,63333*	2,38953	,000	4,4046	16,8620
		2,00	4,40000	2,38953	,259	-1,8287	10,6287
		3,00	2,03333	2,38953	,830	-4,1954	8,2620

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

IPSOS

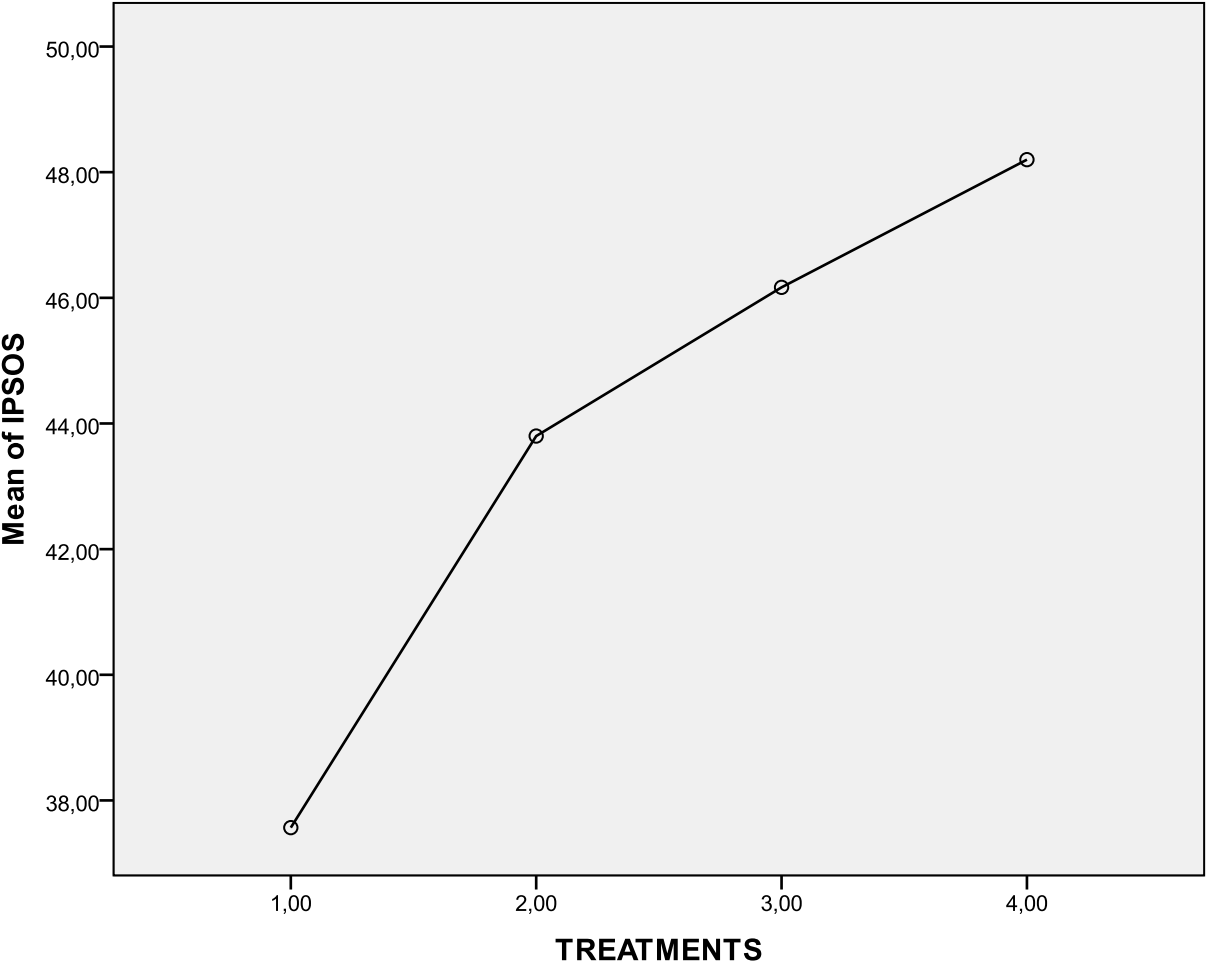
TREATMENTS		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	1,00	30	37,5667	
	2,00	30		43,8000
	3,00	30		46,1667
	4,00	30		48,2000
	Sig.		1,000	,259

Duncan ^a	1,00	30	37,5667	
	2,00	30		43,8000
	3,00	30		46,1667
	4,00	30		48,2000
Sig.			1,000	,084

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

Means Plots



ONEWAY XLORO KSIRO BY TREATMENTS2

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/PLOT MEANS

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC= TUKEY DUNCAN ALPHA (0.05) .

Oneway

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
XLORO	1,00	3	663,3333	20,81666	12,01850	611,6219	715,0448	640,00	680,00
	2,00	3	1006,6667	37,85939	21,85813	912,6187	1100,7146	980,00	1050,00
	3,00	3	1344,0000	249,37522	143,97685	724,5176	1963,4824	1172,00	1630,00
	4,00	3	1383,3333	65,06407	37,56476	1221,7052	1544,9614	1320,00	1450,00
	Total	12	1099,3333	323,92180	93,50817	893,5232	1305,1434	640,00	1630,00
KSIRO	1,00	3	228,3333	7,63763	4,40959	209,3604	247,3062	220,00	235,00
	2,00	3	400,0000	26,45751	15,27525	334,2759	465,7241	380,00	430,00
	3,00	3	457,6667	39,39966	22,74741	359,7925	555,5409	424,00	501,00
	4,00	3	500,0000	46,35731	26,76440	384,8421	615,1579	448,00	537,00
	Total	12	396,5000	111,66386	32,23458	325,5522	467,4478	220,00	537,00

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
XLORO	Between Groups	1017602,667	3	339200,889	19,869	,000
	Within Groups	136576,000	8	17072,000		
	Total	1154178,667	11			
KSIRO	Between Groups	128237,667	3	42745,889	38,340	,000
	Within Groups	8919,333	8	1114,917		

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
XLOORO	Between Groups	1017602,667	3	339200,889	19,869	,000
	Within Groups	136576,000	8	17072,000		
	Total	1154178,667	11			
KSIRO	Between Groups	128237,667	3	42745,889	38,340	,000
	Within Groups	8919,333	8	1114,917		
	Total	137157,000	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable (I) TREATMENTS2 (J) TREATMENTS2				Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
XLOORO	Tukey	1,00	2,00	-343,33333*	106,68333	,049	-684,9709	-1,6958
		1,00	3,00	-680,66667*	106,68333	,001	-1022,3042	-339,0291
		1,00	4,00	-720,00000*	106,68333	,001	-1061,6376	-378,3624
	HSD	2,00	1,00	343,33333*	106,68333	,049	1,6958	684,9709
		2,00	3,00	-337,33333	106,68333	,053	-678,9709	4,3042
		2,00	4,00	-376,66667*	106,68333	,032	-718,3042	-35,0291
		3,00	1,00	680,66667*	106,68333	,001	339,0291	1022,3042
		3,00	2,00	337,33333	106,68333	,053	-4,3042	678,9709
		3,00	4,00	-39,33333	106,68333	,982	-380,9709	302,3042
		4,00	1,00	720,00000*	106,68333	,001	378,3624	1061,6376
		4,00	2,00	376,66667*	106,68333	,032	35,0291	718,3042
		4,00	3,00	39,33333	106,68333	,982	-302,3042	380,9709

KSIR O	Tukey HSD	1,00	2,00	-171,66667*	27,26312	,001	-258,9728	-84,3606
			3,00	-229,33333*	27,26312	,000	-316,6394	-142,0272
			4,00	-271,66667*	27,26312	,000	-358,9728	-184,3606
		2,00	1,00	171,66667*	27,26312	,001	84,3606	258,9728
			3,00	-57,66667	27,26312	,227	-144,9728	29,6394
			4,00	-100,00000*	27,26312	,026	-187,3061	-12,6939
		3,00	1,00	229,33333*	27,26312	,000	142,0272	316,6394
			2,00	57,66667	27,26312	,227	-29,6394	144,9728
			4,00	-42,33333	27,26312	,453	-129,6394	44,9728
		4,00	1,00	271,66667*	27,26312	,000	184,3606	358,9728
			2,00	100,00000*	27,26312	,026	12,6939	187,3061
			3,00	42,33333	27,26312	,453	-44,9728	129,6394

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

XLORO

TREATMENTS2		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD ^a	1,00	3	663,3333		
	2,00	3		1006,6667	
	3,00	3		1344,0000	1344,0000
	4,00	3			1383,3333
	Sig.		1,000	,053	,982
Duncan ^a	1,00	3	663,3333		
	2,00	3		1006,6667	
	3,00	3			1344,0000

	4,00	3			1383,3333
	Sig.		1,000	1,000	,722

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Means Plots

